



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA
.....



Informatización del sistema de
planificación de la producción de una
empresa panificadora de la ciudad de Mar
del Plata

**Trabajo Final de la Carrera Ingeniería
Industrial**

Autores: de Dios, Mariana Valeria
Ramundo, Joaquín Bernardo

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata
Mar del Plata, 29 de septiembre de 2023



RINFI es desarrollado por la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



UNIVERSIDAD NACIONAL
de MAR DEL PLATA
.....



Informatización del sistema de
planificación de la producción de una
empresa panificadora de la ciudad de Mar
del Plata

**Trabajo Final de la Carrera Ingeniería
Industrial**

Autores: de Dios, Mariana Valeria
Ramundo, Joaquín Bernardo

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata
Mar del Plata, 29 de septiembre de 2023

Informatización del sistema de planificación de la producción de una empresa panificadora de la ciudad de Mar del Plata

Autores:

de Dios, Mariana Valeria
Ramundo, Joaquín Bernardo

Evaluadores:

Esp. Ing. Esteban, Alejandra
Esp. Ing. Tabone, Luciana

Director:

Esp. Ing. José Ignacio Nicolao García

Co – director:

Ing. Schualle Marcos Germán

Índice General

Índice General.....	iii
Índice de Tablas.....	v
Índice de Figuras.....	vi
Tabla de siglas.....	viii
Glosario	viii
RESUMEN.....	ix
Palabras Clave.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Diseño de encuestas	3
2.2 Formulario <i>Google</i>	5
2.3 Análisis de Pareto.....	5
2.4 Análisis de causa y efecto	7
2.5 Importancia de la analítica de datos en las PYMEs	8
2.6 Planificación de la producción	9
2.7 Indicadores.....	10
2.8 <i>Power Query</i>	11
2.9 Capacitación.....	11
2.10 Pronósticos.....	12
3. DESARROLLO	15
3.1 Relevamiento de la situación actual.....	15
3.2 Diagnóstico de la situación o problema.....	17
3.3 Diseño de encuesta	18
3.4 Relevamiento de resultados	20
3.5 Análisis de la problemática	21
3.5.1 Análisis de Pareto	21
3.5.2 Diagrama de causa y efecto	22
Mano de obra	24
Entorno.....	24
Material.....	26
Maquinaria.....	26
Método	26
3.6 Relevamiento de estado actual de planificación	28
3.7 Definición de indicadores para analizar las mejoras propuestas.....	29

3.8	Puntos de mejora y propuestas	30
3.8.1	Rediseño del proceso de planificación de la producción	30
3.8.2	Relevamiento de lista de productos actual	30
3.8.3	Diseño de base de recetas	30
3.8.4	Desarrollo de la herramienta informática.....	32
3.8.4.1	Reformulación de planillas de producción y empaque	32
3.8.4.2	Funcionalidades de la herramienta	33
3.8.5	Capacitación al planificador en el uso del sistema de planificación de la producción	46
3.8.6	Capacitación a los operarios para la interpretación de planillas.....	47
3.9	Rediseño de la planificación de compras.....	48
3.9.1	Utilización de pronósticos para gestión de compra de materia prima	48
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
5.	CONCLUSIONES.....	59
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
7.	ANEXOS	62
	ANEXO I	62
	Encuesta a clientes diseñada para identificar sus reclamos.....	62
	ANEXO II	64
	Cálculos relacionados a la sección de pronósticos.....	64

Índice de Tablas

Tabla 1: Motivos de reclamos relevados en la encuesta a clientes.	20
Tabla 2: Rubros correspondientes a pedidos reclamados por clientes desde 15 de febrero de 2022 a 7 de diciembre 2022.....	21
Tabla 3: Planilla actual de producción y empaque.	28
Tabla 4: Calculo de indicadores antes de proponer mejoras.....	30
Tabla 5: Las 5 materias primas más utilizadas en un período de tiempo.	51
Tabla 6: Cantidad utilizada de las 5 materias primas más utilizadas desde junio 2022 a enero 2023.	52
Tabla 7: Calculo de error de pronóstico versus valor real para el periodo 1 de febrero a 7 de febrero.	56
Tabla 8: Comportamiento de los indicadores propuestos.....	57
Tabla 9: Calculo de error de pronóstico versus valor real para el periodo 1 de febrero a 7 de febrero.	58
Tabla 10: Calculo de medición de errores para los modelos de pronósticos planteados.	67

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de Pareto: Costos de los problemas en el tablero de instrumentos.	6
Figura 2: Ejemplo de Diagrama de Causa y Efecto.....	8
Figura 3: Mapa de proceso productivo.....	16
Figura 4: Organigrama.....	18
Figura 5: Diagrama de Pareto para los motivos de reclamos de clientes y su frecuencia acumulada.....	20
Figura 6: Diagrama de Pareto para los rubros de reclamos de clientes y su frecuencia.	22
Figura 7: Diagrama de causa y efecto.	23
Figura 8: <i>Lay Out</i> de planta.....	25
Figura 9: Diagrama de Recorrido para productos de facturería y panadería.	25
Figura 10: Planilla de recetas de productos de facturería.	31
Figura 11: Planilla de recetas de productos de panadería.	32
Figura 12: Ventana emergente de Microsoft Excel al obtener datos desde otros archivos de la misma extensión.	34
Figura 13: Ventana de Power Query para combinar consultas.	35
Figura 14: Captura de pantalla del menú principal de la herramientas.....	36
Figura 15: Planilla de producción: Masas y productos intermedios a elaborar, rubro panificados.	37
Figura 16: Planilla de producción: Masas y productos intermedios a elaborar, rubro facturería.	38
Figura 17: Planilla de producción: Productos a elaborar, rubro panificados.	39
Figura 18: Planilla de producción: Productos a elaborar, rubro facturería.	39
Figura 19: Planilla de producción: Total de productos a elaborar, rubro panificados..	40
Figura 20: Planilla de producción: Total de productos a elaborar, rubro facturería....	41
Figura 21: Planilla de empaque: Total de productos a empacar (turno de entrega 1), rubro panificados.	42

Figura 22: Planilla de empaque: Total de productos a empaque (turno de entrega 1), rubro facturería.	42
Figura 23: Planilla de empaque: Productos a empaque por cliente (turno de entrega 1), rubro panificados.	43
Figura 24: Planilla de empaque: Productos a empaque por cliente (turno de entrega 1), rubro facturería.	45
Figura 25: Diagrama de Pareto, uso de materias primas desde junio 2022 a enero 2023.	50
Figura 26: Consumo semanal de premezcla de pan de salvado, desde junio 2022 a enero 2023.	53
Figura 27: Consumo semanal de harina de trigo 0000, desde junio 2022 a enero 2023.	53
Figura 28: Consumo semanal de harina de trigo 000, desde junio 2022 a enero 2023.	54
Figura 29: Consumo semanal de manteca, desde junio 2022 a enero 2023.	54
Figura 30: Consumo semanal de harina de trigo 0000, desde junio 2022 a enero 2023.	55
Figura 31: Encuesta de reclamos a clientes.....	64

Tabla de siglas

UNMDP: Universidad Nacional de Mar del Plata.

PYMEs: Pequeñas y Medianas Empresas.

Glosario

- **Pedido:** Conjunto de productos solicitados por cada cliente durante el día. Hay un pedido por cada cliente por día.
- **Ítem:** Un pedido está compuesto por un conjunto de diferentes ítems. Un ítem está conformado por una cantidad del mismo producto, por ejemplo, 12 unidades de medialunas dulces. Esto coincide a su vez con cada una de las filas del archivo de pedido diario de clientes.
- **Ítem incompleto:** Significa que un cliente recibió menos cantidad de la solicitada en un ítem, por ejemplo, un cliente solicitó 12 unidades de medialunas dulces y recibió 10 unidades.
- **Ítems totales:** Hacen referencia a la cantidad de ítems solicitados en la totalidad de los pedidos en una base temporal.

RESUMEN

Este trabajo se desarrolla en una empresa panificadora de Mar del Plata con 35 años de antigüedad que está experimentando un crecimiento notable gracias a la apertura de su canal mayorista para abastecer a otros comercios locales. El objetivo principal es mejorar la planificación de la producción a través de la optimización de indicadores mediante el uso de herramientas informáticas que automatizan procesos y proporcionan información relevante a la alta dirección de la empresa. El proceso comenzó con la realización de una encuesta a los clientes para evaluar su opinión y cuantificar los reclamos recibidos. Se notó que la mayoría de los reclamos se debían a entregas de pedidos incompletos, especialmente en los rubros de panadería y facturería. Posteriormente, se aplicaron diversas herramientas de gestión de calidad para identificar las causas raíz de los reclamos. Se determinó que la planificación de la producción actual carecía de la incorporación de tecnologías modernas y podía mejorarse mediante la implementación de herramientas informáticas que automatizaran las tareas. Como resultado, se revisaron las recetas existentes y se desarrolló una herramienta informática utilizando Power Query en Microsoft Excel. Esta herramienta permite la generación automática de hojas de producción y empaque, conectándose con el pedido diario de clientes, el listado de clientes y las recetas de panadería y facturería. Otra función importante de esta herramienta es utilizar el histórico de consumo de materia prima para una gestión de compras más inteligente. La implementación de estas mejoras condujo a una significativa mejora en los indicadores predefinidos y proporcionó a la alta dirección un modelo que facilita la realización de pronósticos de compras semanales. Esta iniciativa ha fortalecido la competitividad de la empresa panificadora y su capacidad para satisfacer las necesidades de los clientes de manera más eficiente.

Palabras Clave

Pedidos, planificación, indicadores, herramientas informáticas.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo se desarrolló en una empresa marplatense cuya actividad consiste en producir y distribuir productos panificados. Además de su propia marca de cafés a la que abastece la fábrica, la organización utiliza sus instalaciones y conocimiento del mercado para proveer a más de 60 comercios de la zona.

Sin embargo, atender a las necesidades de comercios de distinta naturaleza como hoteles, cafés y hasta comedores de fábricas, ha complejizado notablemente su operatoria tanto administrativa como productiva. Desde el punto de vista de su planificación de producción las dificultades radican en que la empresa cuenta con una vasta cartera de productos, con grandes diferencias desde muchos puntos de vista. No solo tienen distintos procesos y recetas, sino también que su demanda es muy dispar, sumado a que son productos con nula posibilidad de ser almacenados ya que su vida útil es, en muchos casos, de un día.

La gestión actual consiste únicamente en comprar la materia prima y producir en base a los pedidos recibidos de los clientes diariamente. Dicho proceso se realiza en forma manual y no se encuentra sistematizado, por lo que requiere de mucho tiempo de trabajo.

A pesar de ser una tarea simple y repetitiva, la planificación de producción se vuelve crítica debido a que todos los clientes realizan pedidos de un día para el otro, exigiendo una respuesta inmediata para poder producir, envasar y despachar a tiempo.

El proyecto se centra en analizar e implementar herramientas informáticas que permitan mejorar el sistema de información y planeamiento de la producción diaria, asegurando no solo la rapidez sino también la confiabilidad para brindar la información necesaria a los sectores productivos. El alcance contempla desde la recepción del pedido hasta la implementación de las órdenes de producción diaria en planta.

Objetivo general: Rediseñar el sistema de gestión de la producción para la implementación de herramientas informáticas que permitan controlar y optimizar el proceso.

Objetivos específicos

- Estudiar las repercusiones de las problemáticas actuales del sistema de planificación de la producción a los clientes a partir de la elaboración y relevamiento de encuestas de satisfacción a clientes.

- Relevar y analizar el proceso de planificación actual de la producción diaria.
- Definir indicadores claves para medir el desempeño de la mejora en forma conjunta con la gerencia.
- Rediseñar el proceso de planificación de la producción.
- Generar una herramienta informatizada para llevar adelante el proceso de planificación de la producción.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Diseño de encuestas

Una encuesta es un procedimiento en donde el investigador a través de una investigación cuantitativa recopila información a través de un cuestionario previamente diseñado.

La técnica de utilizar encuestas para obtener y elaborar datos de forma rápida y eficaz es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación y/o análisis de una problemática.

Entre sus características, según indica Casas Anguita J, et al. (2003) se pueden destacar:

- 1- Representatividad: Para que una encuesta sea efectiva, es importante que la muestra seleccionada sea representativa de la población que se quiere estudiar. Esto significa que los individuos que participan en la encuesta deben ser elegidos al azar y de manera equilibrada, para evitar sesgos en los resultados.
- 2- Estandarización: Las preguntas de una encuesta deben estar estandarizadas, es decir, redactadas de manera clara y precisa, para que todos los individuos de la muestra las entiendan de la misma manera y no se produzcan errores en la interpretación de las respuestas.
- 3- Objetividad: Las preguntas de una encuesta deben ser objetivas, para que los individuos de la muestra no se sientan influenciados por la forma en que se hacen las preguntas. Esto significa que las preguntas deben evitar incluir opiniones personales, juicios de valor o emociones.
- 4- Fiabilidad y validez: La encuesta debe ser una técnica fiable y válida para garantizar que los resultados obtenidos sean precisos y se puedan generalizar a la población de interés. La fiabilidad se refiere a la consistencia de los resultados, mientras que la validez se refiere a la capacidad de la encuesta para medir lo que se pretende medir.
- 5- Flexibilidad: Las encuestas pueden ser adaptadas a diferentes contextos, temas y objetivos, lo que permite una gran flexibilidad en su uso. La elección del tipo de

encuesta (por ejemplo, personal, telefónica, por correo electrónico) dependerá de la naturaleza de la población y el objetivo de la encuesta.

Antes de comenzar a diseñar las preguntas que forman parte de la encuesta, es importante considerar las características de la población a analizar, es decir, por ejemplo, nivel socio cultural, edad, etc. También se debe considerar a través de qué medio se llevará a cabo la encuesta, ya que de esto dependerá la accesibilidad y la cantidad de preguntas que se podrán realizar. Otro aspecto importante es qué tipo de lenguaje se utilizará, cuáles serán los formatos de las respuestas y cualquier otro punto que pueda considerarse relevante. Es por esta razón que conocer características de la población en estudio es fundamental.

Las preguntas que conforman el cuestionario pueden clasificarse de diferentes formas:

- 1- Según el grado de apertura de las respuestas: Las preguntas pueden ser cerradas, cuando se limitan a un conjunto de opciones de respuesta predefinidas, o abiertas, cuando permiten una respuesta más libre y extensa.
- 2- Según el tipo de respuesta esperada: Las preguntas pueden ser de respuesta directa, cuando se espera una respuesta precisa y concreta, o de respuesta indirecta, cuando se espera que el individuo revele información de forma más sutil.
- 3- Según el tipo de información que se desea obtener: Las preguntas pueden ser descriptivas, cuando se busca obtener información sobre características o situaciones específicas, o inferenciales, cuando se busca inferir información más generalizada o amplia a partir de las respuestas.
- 4- Según su contenido: Las preguntas pueden clasificarse según el tipo de información que se pretende obtener, como preguntas demográficas (edad, género, nivel educativo, entre otros), preguntas de opinión, preguntas sobre hábitos o comportamientos, entre otras.
- 5- Según su orden en el cuestionario: Las preguntas pueden ser clasificadas en preguntas de inicio, preguntas centrales y preguntas de cierre, dependiendo de su ubicación en el cuestionario y de su importancia relativa en la obtención de información.

2.2 Formulario *Google*

Según GOOGLE (2023), *Google Forms* es una herramienta en línea gratuita que permite crear encuestas y formularios personalizados para recopilar información de manera eficiente y organizada.

Con esta herramienta, los usuarios pueden diseñar formularios personalizados, agregar preguntas y opciones de respuesta, personalizar la apariencia del formulario con imágenes y temas, y enviar el formulario a otros para que lo completen. También pueden ver y analizar los resultados en tiempo real con gráficos y estadísticas integradas.

Google Forms es una herramienta muy útil para una amplia variedad de usos, como encuestas de opinión, cuestionarios en línea, formularios de registro o inscripción, evaluaciones de eventos y mucho más. Además, al estar integrada con Google Drive, permite almacenar los datos recopilados en una hoja de cálculo para una fácil organización y análisis.

2.3 Análisis de Pareto

Según DONNA C. S. SUMMER (2006), en el ámbito de la Administración de la Calidad, el principio de Pareto se refiere a la idea de que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. Este principio se basa en las observaciones del economista italiano Vilfredo Pareto, quien notó que aproximadamente el 80% de la riqueza en Italia estaba en manos del 20% de la población.

En el contexto de la calidad, se utiliza para identificar las causas principales de los problemas o defectos en un proceso. Por ejemplo, si se realiza un análisis de Pareto de los defectos en la producción de un producto, se podría descubrir que el 80% de los defectos provienen de solo el 20% de las causas posibles. Esto permitiría a la empresa enfocar sus esfuerzos en corregir esas causas principales, en lugar de intentar solucionar todas las posibles causas de los defectos.

También puede ser utilizado para mejorar la eficiencia y efectividad en la gestión de recursos. Por ejemplo, se podría identificar que el 80% de los beneficios de una empresa provienen del 20% de sus clientes, lo que permitiría a la empresa enfocar sus recursos en satisfacer y retener a esos clientes más importantes.

El Diagrama de Pareto es una herramienta gráfica utilizada para representar y analizar los datos obtenidos mediante el análisis de Pareto. Esta herramienta permite visualizar de forma clara y sencilla cuáles son las causas más importantes de un problema o

defecto, de manera que se puedan enfocar los esfuerzos en corregirlas. Consiste en una gráfica de barras en la que las barras representan cada una de las posibles causas del problema, ordenadas de mayor a menor según su frecuencia o impacto en el problema. En el eje vertical se representa la frecuencia o el impacto de cada causa, y en el eje horizontal se colocan las categorías de las causas.

El diagrama de Pareto es especialmente útil para identificar las "causas vitales", es decir, las causas que representan la mayor parte del problema y que, por lo tanto, merecen la mayor atención y los mayores esfuerzos para corregirlas. Por lo general, se establece una línea en la gráfica que representa el 80% del total, para identificar las causas que representan ese 80% y, por lo tanto, son las más importantes.

Al utilizarlo, se pueden identificar las causas principales de un problema o defecto, lo que permite a la empresa enfocar sus esfuerzos en corregirlas, mejorando así la calidad de sus productos o servicios. Además, el Diagrama de Pareto también puede ser utilizado para analizar y mejorar otros procesos empresariales, como la satisfacción del cliente, la productividad y la eficiencia.

A continuación, se muestra en la Figura 1, un ejemplo del Diagrama de Pareto.

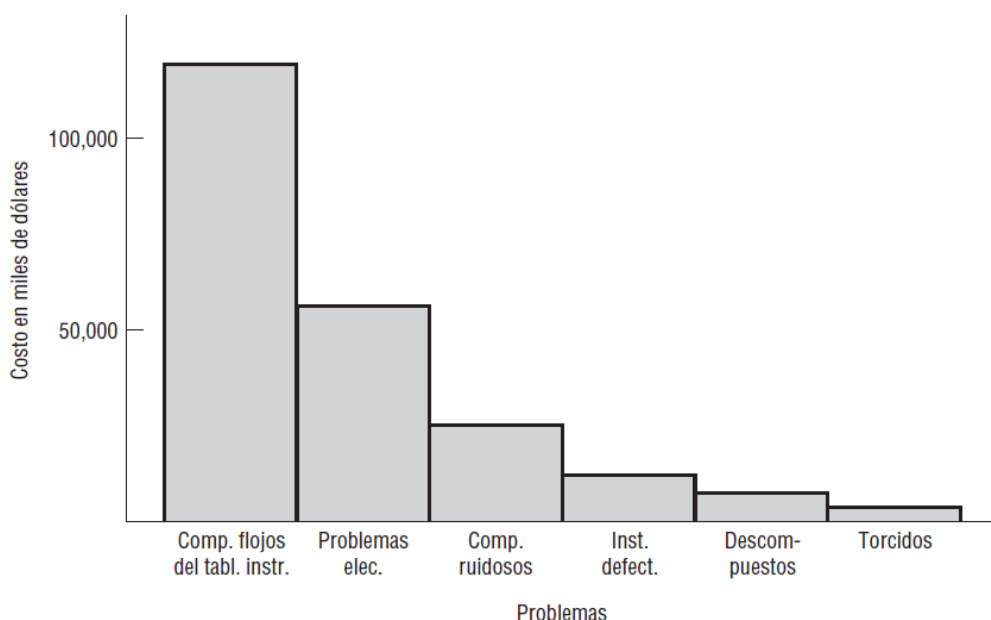


Figura 1: Diagrama de Pareto: Costos de los problemas en el tablero de instrumentos.
Fuente: DONNA C. S. SUMMERS. (2006).

2.4 Análisis de causa y efecto

Según DONNA C. S. SUMMER (2006), el Análisis de Causa y Efecto, también conocido como Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado, es una herramienta que se utiliza para analizar y visualizar las causas de un problema o efecto determinado. Fue desarrollada por el ingeniero japonés Kaoru Ishikawa y es una técnica muy útil en la gestión de la calidad.

El Diagrama de Ishikawa consiste en una representación gráfica de las diferentes causas que pueden contribuir a un problema o efecto. En la parte izquierda del diagrama se dibuja la "espina de pescado" que representa el efecto o problema que se está analizando. A partir de esta espina se dibujan las "costillas" que representan las posibles causas del problema. Estas costillas se organizan en categorías, que pueden variar según el problema o contexto, pero que suelen incluir factores como personas, máquinas, métodos, materiales, entorno y medidas.

El objetivo del Análisis de Causa y Efecto es identificar y analizar las causas raíz de un problema, para poder corregirlas y prevenir futuros problemas similares. Para ello, se pueden seguir los siguientes pasos:

- 1- Identificar el problema o efecto a analizar y establecerlo en la espina del diagrama.
- 2- Definir las categorías de las costillas y listar las posibles causas en cada categoría.
- 3- Analizar y discutir cada una de las causas, para determinar su relación con el problema y su importancia relativa.
- 4- Identificar las causas más importantes y desarrollar un plan de acción para corregirlas.
- 5- Implementar y monitorear las acciones de corrección, para verificar que se han solucionado efectivamente las causas del problema.

El Análisis de Causa y Efecto es una herramienta muy útil para mejorar la calidad de los productos o servicios, ya que permite identificar las causas de los problemas y establecer

acciones de mejora. También puede ser utilizado para mejorar otros procesos empresariales, como la productividad, la eficiencia y la satisfacción del cliente.

A continuación, se muestra en la Figura 2, un ejemplo del Diagrama de Causa y Efecto.

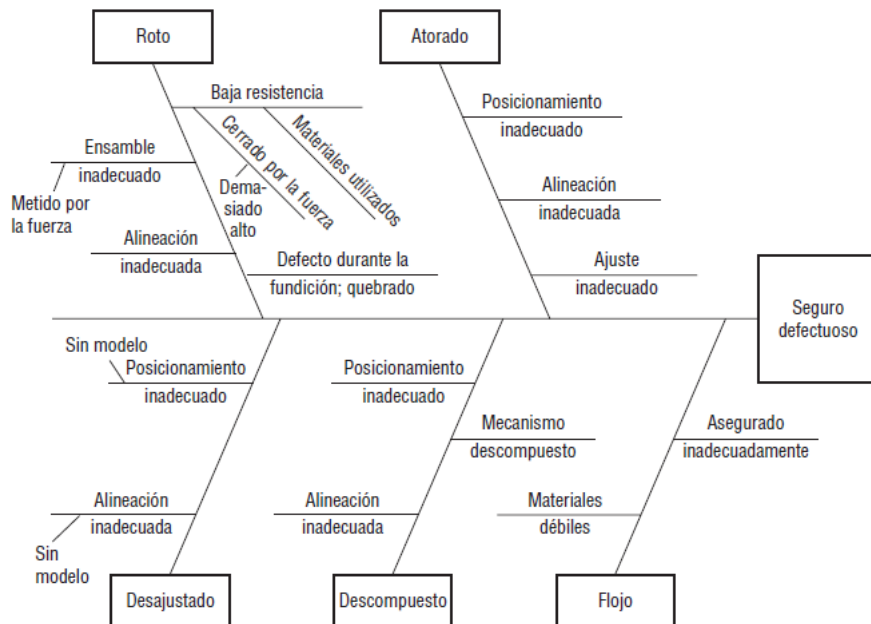


Figura 2: Ejemplo de Diagrama de Causa y Efecto.
Fuente: DONNA C. S. SUMMERS. (2006).

2.5 Importancia de la analítica de datos en las PYMEs

Según MERCADOS & TENDENCIAS (2021), la analítica de datos es una disciplina que consiste en el procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos para obtener información valiosa y útil. En la actualidad, la analítica de datos se ha vuelto cada vez más importante para las PYMEs, ya que les permite competir en igualdad de condiciones con empresas más grandes y establecidas, al permitirles tomar decisiones informadas y basadas en datos.

A continuación, se describen algunas de las razones por las que la analítica de datos es importante para las PYMEs:

- 1- Mejora la toma de decisiones: La analítica de datos permite a las PYMEs obtener información útil y precisa sobre su negocio, lo que les ayuda a tomar decisiones más informadas y acertadas. Al analizar datos sobre sus clientes, ventas,

finanzas, etc., las PYMEs pueden tomar decisiones más precisas y fundamentadas, lo que les permite mejorar sus operaciones y su rentabilidad.

- 2- Identifica tendencias y patrones: La analítica de datos permite a las PYMEs identificar tendencias y patrones en sus datos, lo que les permite tomar decisiones más acertadas sobre su negocio. Por ejemplo, pueden identificar patrones en el comportamiento de sus clientes, lo que les permite adaptar sus productos y servicios para satisfacer mejor sus necesidades.
- 3- Mejora la eficiencia operativa: La analítica de datos puede ayudar a las PYMEs a mejorar su eficiencia operativa, lo que les permite reducir costos y aumentar su rentabilidad. Al analizar datos sobre sus procesos empresariales, las PYMEs pueden identificar áreas en las que pueden mejorar su eficiencia, reducir costos y aumentar la productividad.
- 4- Mejora la relación con los clientes: La analítica de datos permite a las PYMEs comprender mejor a sus clientes, lo que les permite adaptar sus productos y servicios para satisfacer mejor sus necesidades. Al analizar datos sobre las interacciones de los clientes con su empresa, las PYMEs pueden identificar patrones y tendencias que les permiten mejorar la relación con sus clientes y aumentar su fidelidad.

2.6 Planificación de la producción

Según Fred R. David (2013), la planificación de la producción es una de las áreas clave de la planificación operativa y se enfoca en el proceso de elaborar los planes de producción para satisfacer la demanda del mercado en el menor tiempo y con los menores costos posibles.

Los objetivos de la planificación de la producción son tres: satisfacer la demanda del mercado, maximizar la utilización de los recursos disponibles y minimizar los costos de producción. Para alcanzar estos objetivos, se proponen los siguientes pasos en el proceso de planificación de la producción:

- 1- Pronóstico de la demanda: Este paso implica la predicción de la demanda futura para los productos de la empresa. Para ello, se pueden utilizar herramientas como la extrapolación de tendencias o el análisis de series de tiempo.
- 2- Elaboración del plan maestro de producción: En este paso se establece la cantidad de productos que se deben producir para satisfacer la demanda, y se establecen las fechas de producción y las cantidades. También se identifican los recursos necesarios para la producción y se establece un plan de recursos humanos.
- 3- Desarrollo del plan de capacidad: En este paso, se establece la capacidad de producción necesaria para llevar a cabo el plan maestro de producción. Esto implica determinar la cantidad de recursos necesarios para la producción, así como la cantidad de equipos, maquinarias y herramientas necesarias.
- 4- Programación de la producción: En este paso, se establecen los programas de producción detallados. Se planifican las tareas, se asignan los recursos necesarios y se establecen los tiempos de producción para cada producto.
- 5- Control de la producción: En este paso, se monitorean las actividades de producción para asegurar que se estén cumpliendo los planes. Se evalúa la eficiencia de la producción y se realizan ajustes necesarios para asegurar que se cumpla con el plan de producción.

2.7 Indicadores

Según Krajewski; et al (2008), los indicadores son medidas cuantitativas que se utilizan para evaluar el desempeño de los procesos y actividades de una organización. Los indicadores permiten a los gerentes y líderes de una empresa tomar decisiones informadas y ajustar sus estrategias y planes según los resultados obtenidos.

La importancia de los indicadores radica en que proporcionan información valiosa sobre el desempeño de los procesos y las actividades de la empresa, permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades para aumentar la eficiencia y la eficacia. Además, los indicadores ayudan a establecer objetivos y metas claras para el desempeño de la organización, lo que facilita la medición del progreso y el seguimiento del desempeño.

Por ejemplo, si se quiere medir el rendimiento de un proceso de producción, se podría utilizar el indicador de eficiencia, que se calcula dividiendo la producción real entre la producción teórica. O si se quiere medir la calidad de un producto, se podría utilizar el indicador de defectos, que se calcula dividiendo el número de productos defectuosos entre el número total de productos producidos.

2.8 Power Query

Según MICROSOFT (2022), *Power Query* es una herramienta de Inteligencia Empresarial que permite a los usuarios extraer, transformar y cargar datos desde diferentes fuentes de datos. Con *Power Query*, los usuarios pueden transformar datos en formatos adecuados para su análisis en *Microsoft Excel*, y a su vez realizar tareas como combinar, filtrar y limpiar datos de diferentes orígenes de datos, como bases de datos relacionales, archivos de texto, hojas de cálculo y otras fuentes de datos.

Algunas de las características clave de *Power Query* son la capacidad de realizar transformaciones complejas de datos a través de la interfaz de usuario, la capacidad de grabar y reproducir las transformaciones realizadas, y la capacidad de actualizar los datos a medida que cambian en sus orígenes.

2.9 Capacitación

En su libro ALLES, M. (2006) destaca la importancia de la capacitación en la gestión de recursos humanos y la considera como una herramienta fundamental para el desarrollo de las competencias necesarias en el personal de una organización.

La capacitación no solo se limita a la adquisición de conocimientos y habilidades técnicas, sino que también abarca el desarrollo de habilidades interpersonales, de liderazgo y de trabajo en equipo. No solo debe enfocarse en mejorar el desempeño actual de los empleados, sino también en prepararlos para los desafíos futuros.

Asimismo, la capacitación no solo es responsabilidad de la organización, sino que también debe ser un proceso continuo que involucre al propio empleado en su propio desarrollo. Para lograr esto, se sugiere la implementación de un plan de carrera personalizado que permita a los empleados planificar su crecimiento y desarrollo dentro de la organización.

2.10 Pronósticos

Según RENDER, B; et al. (2012), los pronósticos son estimaciones o predicciones del valor futuro de una variable, basadas en información histórica y en las condiciones presentes.

Los pronósticos se utilizan en los negocios para tomar decisiones y planificar las operaciones futuras, ya que permiten anticipar la demanda de productos, los niveles de inventario, la necesidad de recursos humanos y materiales, entre otras variables clave. Algunas de las aplicaciones más comunes de los pronósticos en los negocios son:

- 1- Planificación de la producción: Los pronósticos permiten a las empresas anticipar la demanda futura de sus productos y planificar la producción en consecuencia, evitando la falta de existencias o la sobreproducción.
- 2- Gestión de inventarios: Los pronósticos de la demanda futura de productos permiten a las empresas mantener un nivel de inventario adecuado, evitando tanto la falta de existencias como el exceso de inventario.
- 3- Planificación de recursos humanos: Los pronósticos pueden utilizarse para anticipar las necesidades de personal y planificar la contratación, el despido y la formación de los empleados.
- 4- Planificación financiera: Los pronósticos pueden utilizarse para planificar los ingresos, los costos y los beneficios futuros, lo que permite a las empresas tomar decisiones financieras más informadas.
- 5- Análisis de mercado: Los pronósticos pueden utilizarse para anticipar las tendencias del mercado y la evolución de la competencia, lo que permite a las empresas adaptarse a los cambios en el entorno empresarial.

Promedios móviles

Los promedios móviles son una técnica de pronóstico que se basa en la suposición de que los patrones pasados en los datos de la serie de tiempo continuarán en el futuro. La técnica promedio móvil implica tomar promedios de los valores observados en la serie de tiempo para producir pronósticos. Los promedios se toman en grupos de varios puntos de datos consecutivos en la serie de tiempo, por lo que se denominan "móviles". El tamaño del grupo de datos que se usa para calcular el promedio se llama "ventana". Los promedios móviles se utilizan a menudo para suavizar la serie de tiempo y reducir la variabilidad aleatoria o "ruido".

A continuación, en la Ecuación 1, se expresa cómo se realiza el cálculo de pronóstico de promedio móvil.

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1}}{n} \quad (1)$$

Donde

F_{t+1} = pronóstico para el periodo $t + 1$

Y_t = valor real en el periodo t

n = número de períodos para promediar

Suavizado exponencial

El suavizado exponencial es un método de pronóstico que utiliza un enfoque de "promedio ponderado" para calcular el valor de pronóstico para el siguiente período de tiempo.

En lugar de asignar el mismo peso a todas las observaciones pasadas, se asignan pesos más altos a las observaciones más recientes y pesos más bajos a las observaciones más antiguas. El método se basa en la suposición de que las tendencias futuras se basarán en las tendencias recientes y, por lo tanto, asigna un peso decreciente a las observaciones antiguas en función de una tasa de suavización.

El suavizado exponencial se puede utilizar para generar pronósticos para series de tiempo que no tienen una tendencia clara o que tienen una tendencia que cambia con el tiempo. También se puede utilizar para generar pronósticos para series de tiempo con estacionalidad. Cuando hay casos de tendencia y estacionalidad, el suavizado exponencial simple falla, se utilizan correcciones correspondientes.

A continuación, en la Ecuación 2, se expresa cómo se realiza el cálculo de pronóstico de suavizado exponencial.

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (Y_t - F_t) \quad (2)$$

Donde

F_{t+1} = nuevo pronóstico (para el periodo $t + 1$)

F_t = pronóstico previo (para el período t)

α = constante de suavizamiento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Y_t = demanda real para el periodo anterior

Medidas de precisión utilizadas en el cálculo de pronósticos

Las medidas de precisión utilizadas en el cálculo de pronósticos son:

- MAD (desviación absoluta media): mide la magnitud promedio de los errores absolutos entre los valores pronosticados y los valores reales.
- TS (seguimiento de señal): mide la proporción de la variación en los datos reales que se explica por el modelo pronosticado.
- MAPE (porcentaje absoluto medio de error): mide el porcentaje promedio de los errores absolutos entre los valores pronosticados y los valores reales.
- MPE (error porcentual medio): mide el promedio de los errores en términos porcentuales entre los valores pronosticados y los valores reales.

En cuanto a qué modelo elegir entre promedios móviles y suavizado exponencial, si bien se debe considerar el desempeño de cada uno según las medidas de precisión mencionadas, no hay una respuesta única ya que puede variar dependiendo de la situación y los datos específicos. En general, se recomienda probar varios modelos y comparar sus resultados para seleccionar el más adecuado.

3. DESARROLLO

3.1 Relevamiento de la situación actual

El presente trabajo se desarrolla en una fábrica de panificados reconocida en la ciudad de Mar del Plata, que a su vez tiene su propia cadena de cafés los cuales son abastecidos por la propia fábrica.

La empresa comenzó como una tradicional panadería y confitería, con su cuadra de elaboración proveyendo al mostrador de manera constante. Con el paso del tiempo la marca se estableció con puntos de venta en distintas zonas de la ciudad, y el mismo desarrollo logístico permitió la posibilidad de abrir un nuevo canal mayorista a otros comercios.

La aceptación fue tal que la dirección debió tomar la decisión de separar la cadena de cafés de la fábrica de panificados, convirtiendo a la fábrica en proveedora de los cafés propios y actualmente, de más de 60 comercios de la ciudad y alrededores incluyendo hoteles, cafés, restaurantes y comedores de fábricas.

El amplio espectro de clientes implica una amplia demanda de productos no solo en cantidad sino también en variedad. Además, la empresa se ve obligada a proveer un servicio que satisfaga a tan diversa cartera de clientes.

La cartera de productos se divide en 4 grandes rubros:

- Pastelería: Productos de vida útil mayor a 7 días, envasados y sellados.
- Facturería: Productos de vida útil de 1 día, elaboración diaria.
- Panadería: Productos de vida útil de 1 día, elaboración diaria.
- Otros: Productos de materia prima e insumos que son abastecidos a los cafés propios. Por ejemplo, azúcar, cajas, papel de envolver con logo de la empresa, etc.

Se realizó una reunión con la gerencia y de la misma se concluyó que el sistema de comunicación con los clientes era eficiente cuando la relación era directa, pero que con el volumen actual se estaba fallando en comprender las necesidades y reclamos de los clientes. Esto no solo genera tensión en la relación con los clientes, sino también preocupa a los gerentes en sus esfuerzos por mejorar aspectos que quizás no son verdaderamente ponderados.

En la reunión también se explicó, a grandes rasgos, cómo funciona la operación de la fábrica. La planta toma los pedidos de los clientes de forma diaria hasta las 16 horas y se

compromete a entregar la mercadería a primera hora del día siguiente. Todos los productos de panadería y facturería tienen vida útil diaria por lo que se deben producir y despachar en el mismo día. Es de suma importancia que el flujo de procesos sea organizado para evitar demoras que comprometan el servicio.

Todos los clientes tienen un usuario con el que pueden ingresar a la página web de la empresa y realizar su pedido. A partir de ellos, el planificador elabora ordenes de producción para cada uno de los sectores de forma manual, entregándoselas a la zona de producción, y el encargado de despacho empaqua las cantidades pedidas por cada cliente.

A continuación, en la figura 3 se muestra el mapa de procesos relevado.

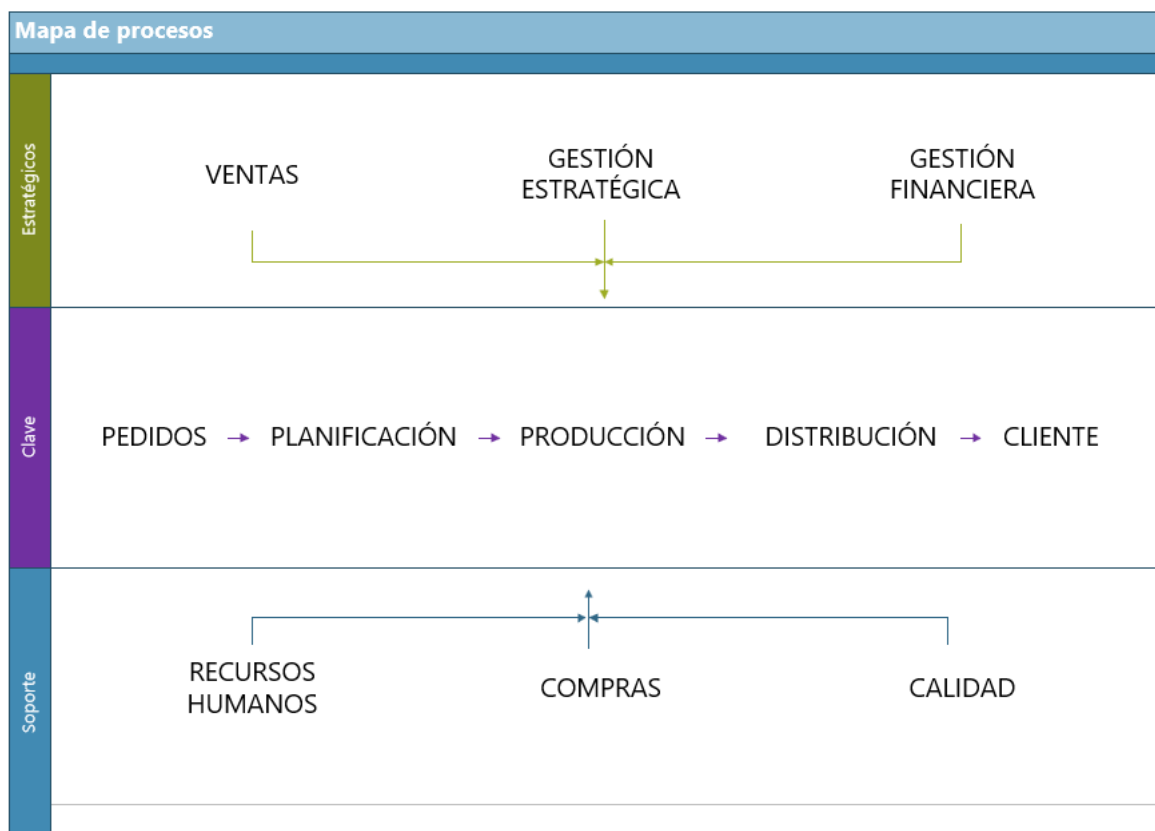


Figura 3: Mapa de procesos.
Fuente: Elaboración propia.

Los clientes realizan sus pedidos vía plataforma web, desde donde el planificador de producción extrae las órdenes. Con esta información realiza las planillas de producción para cada uno de los sectores con las cantidades demandadas. En 12 horas se produce y despacha para la empresa de logística encargada en buscar los pedidos y entregarlos puerta a puerta a cada uno de los clientes.

Las tareas de soporte principalmente consisten en proveer a la fábrica de los recursos necesarios para asegurar que los pedidos se entreguen en tiempo y forma. Compras abastece de todos los insumos y materias primas necesarios para evitar faltantes de producción. Recursos Humanos tiene como política hacer búsquedas laborales de manera diaria aun cuando no es necesario incorporar personal: esto se debe a que no abundan los recursos humanos calificados en estos rubros y que la demanda de producción es altamente variable. Si aparece la oportunidad de tomar alguien con experiencia la empresa lo hace. De esta manera garantiza tener la fuerza laboral suficiente para poder abastecer la demanda en sus picos más altos. Por último, calidad se encarga de tomar acciones a partir de los reclamos recibidos, y desarrollar recetas mejoradoras de los productos ya existentes, como también desarrollar nuevos a partir de las necesidades expresadas de los clientes.

Los procesos estratégicos, llevados a cabo por la dirección consisten en mantener el contacto directo con el cliente, clave en una empresa de perfil familiar. Y tomar las decisiones estratégico-financieras a partir de las disponibilidades.

3.2 Diagnóstico de la situación o problema

La gestión actual consiste en comprar la materia prima y producir en base a los pedidos recibidos de los clientes. Dicho proceso se realiza en forma manual y no se encuentra sistematizado, por lo que requiere de mucho tiempo de trabajo. Según explican desde la gerencia, el armado de la hoja de producción del día lleva alrededor de 2 horas de elaboración una vez obtenidos todos los pedidos.

Todos los clientes realizan sus pedidos en forma diaria, y reciben la mercadería al día siguiente. Como se mencionó anteriormente la empresa tiene como política aceptar las solicitudes realizadas hasta las 16 horas. Entre las 16 y las 19 horas el planificador debe elaborar las hojas de producción para los sectores en base a la demanda. A partir de las 19 horas toman turno los operarios y deben elaborar y despachar lo solicitado hasta las 5 horas del día siguiente, hora en que la empresa de logística retira los pedidos para entregar.

Debido a los tiempos de producción, cualquier error en cadena puede generar fallas en el servicio o producto, pero por la naturaleza y vida útil de los productos la empresa no ve factible la posibilidad de trabajar con mayor holgura.

Por otro lado, los clientes deben hacer sus pedidos para el día siguiente habiendo considerado lo consumido en el día actual, por lo que pedir que realicen pedidos con mayor anticipación es poco posible.

A su vez, la administración debe facturar los pedidos de los clientes previo a elaborarse, lo que obliga a producción a cumplir con el 100% de lo solicitado, de lo contrario se incurre en reprocesos de facturación.

Ante la fragilidad de la estructura actual, y observando la existencia de reclamos de clientes que no se registraban de ninguna manera, se decidió elaborar una encuesta con el fin de comprender, a criterio de los clientes, donde se encuentran las principales fallas.

A continuación, en la figura 4, se muestra el organigrama de la organización.

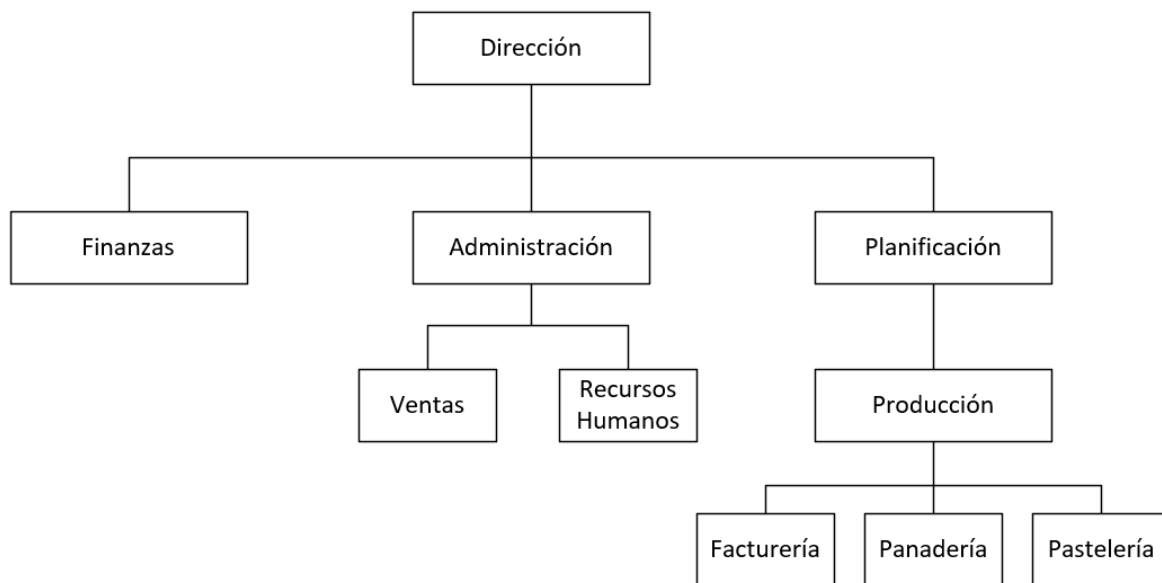


Figura 4: Organigrama.
Fuente: Elaboración propia.

Dado que la fábrica es manufacturera, el 70% de los recursos pertenecen a producción, a pesar del uso de las maquinas, los recursos humanos son necesarios para abastecer una demanda creciente. Sin embargo, este crecimiento también llevo a que se generaran otras áreas de soporte: administración asegurando contacto con los clientes y con el personal, seguimiento de cuentas corrientes y cobranzas, y finanzas para, una vez afianzados los procesos de venta, entrega y cobranza, brindar la información necesaria a la dirección para tomar las decisiones estratégicas.

3.3 Diseño de encuesta

Habiendo relevado la situación actual, estaba claro que era necesario obtener información de los clientes, por lo que se determinó la necesidad de un estudio cuantitativo de obtención de información. El principal objetivo de la encuesta es canalizar la voz de los clientes a través de una herramienta que en tiempo real pueda entregar información valiosa a

la gerencia, y a su vez, entregar datos que permitan entender cuáles son los reclamos y que es lo que los genera.

El canal elegido por simpleza y robustez es un formulario de *Google Forms* y las preguntas elegidas son del tipo cerradas. Este tipo de preguntas proporciona al encuestado una serie de opciones para que escoja como respuesta. Las ventajas de estas es que estructuran tanto al cuestionario como a la información ingresada, por lo que el procesamiento y la codificación de dicha información se facilita. Se presenta en el anexo I la versión digital de dicha encuesta. A continuación, se detallan las preguntas incluidas en el cuestionario:

- Identificador de cliente: opción múltiple. Cada cliente tiene un identificador de 4 dígitos, el formulario tiene cargada una opción por cada identificador existente para evitar errores de tipeo.
- Motivo de reclamo (opción múltiple)
 - Mercadería faltante: producto pedido y no recibido.
 - Defecto de *packaging*¹ : envase primario roto o defectuoso.
 - Producto vencido.
 - Defecto de calidad (sensorial): producto apto para consumo, pero no de acuerdo con estándar exigido por el cliente.
 - Defecto de calidad (contaminación).
 - Otros (en caso de solicitar esta opción se le solicita al cliente que detalle en el siguiente punto el motivo de su reclamo).
- Producto (opción múltiple). En caso de que el cliente en este punto seleccione la opción "otros", se le solicita que detalle sobre qué producto desea realizar el reclamo en el siguiente punto.
- Detalle del reclamo: Se le solicita al cliente que brinde detalles sobre su reclamo.
- Opcional de foto adjunta (útil para reclamos de defectos y como recurso para el departamento de calidad).
- Indicar qué cantidad recibió de producto (total, incluyendo productos con y sin defecto).
- Cantidad reclamada (observada con defecto).

¹ Packaging: en español envase o empaque, de productos de venta al consumidor final.

3.4 Relevamiento de resultados

Se recabaron datos de 1000 encuestas respondidas entre el 15 de febrero de 2022 y el 7 de diciembre de 2022. A continuación, en la Tabla 1 se muestran los reclamos relevados y su tipificación.

Motivo de reclamo	Frecuencia
Mercadería faltante	628
Defecto de calidad (sensorial)	327
Otros	22
Defecto de packaging	11
Defecto de calidad (contaminación)	9
Producto vencido	3

Tabla 1: Motivos de reclamos relevados en la encuesta a clientes.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe aclarar que la respuesta a dicha encuesta no es obligatoria, sino que solo es respondida por aquellos clientes que necesitan realizar algún tipo de reclamo.

Con el objeto de identificar cuáles eran los reclamos más recurrentes y a que rubros correspondían, se estructuró la información para realizar el siguiente diagrama. En la Figura 3, se presenta el diagrama de Pareto con los datos obtenidos de la tabla 1.

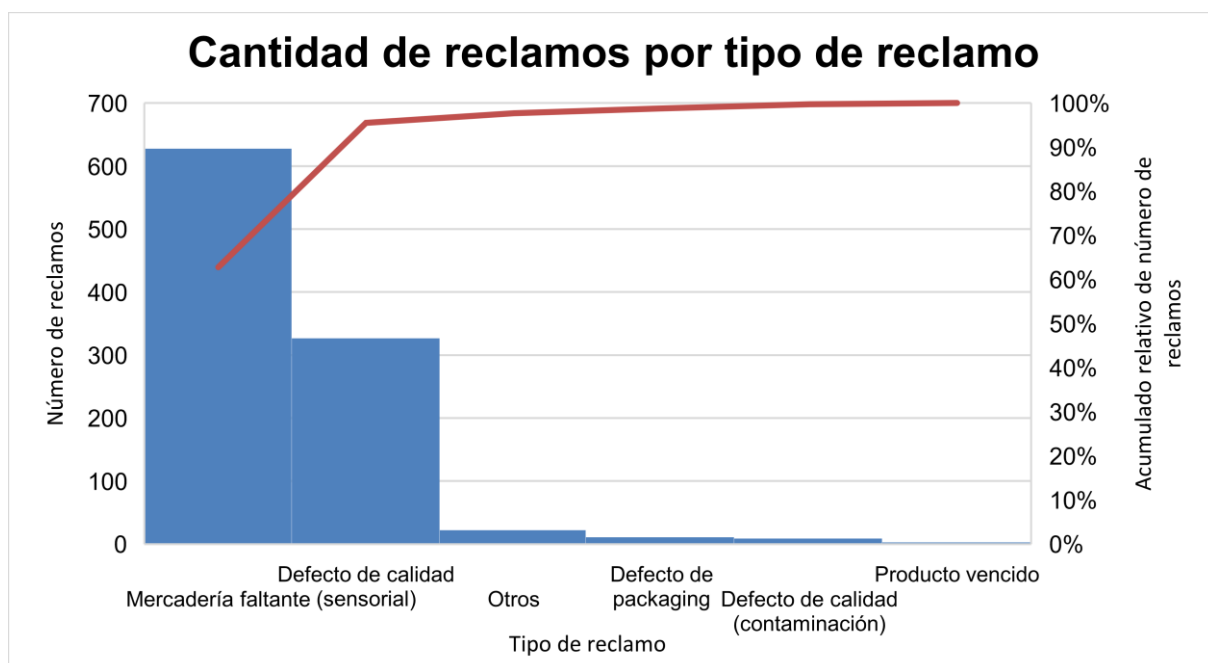


Figura 5: Diagrama de Pareto para los motivos de reclamos de clientes y su frecuencia acumulada.
Fuente: Elaboración propia.

Además de conocer los motivos de reclamos de clientes, también se debe analizar a qué rubro corresponden los mismos. En la Tabla 2 se pueden observar los rubros relevados de los reclamos antes mencionados.

Rubro	Frecuencia
Panadería	405
Facturería	364
Pastelería	183
Otros	48

Tabla 2: Rubros correspondientes a pedidos reclamados por clientes desde 15 de febrero de 2022 a 7 de diciembre 2022.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Análisis de la problemática

Considerando los valores antes expuestos, se decide analizar los resultados de la encuesta.

3.5.1 Análisis de Pareto

De los valores recabados y observando la figura 5, 628 respuestas corresponden a reclamos referidos a mercadería faltante, 63% de la muestra total.

Es importante destacar que los datos son únicamente ingresados por los clientes, lo que evidencia, en primer lugar, que el reclamo por mercadería faltante es el de mayor frecuencia. Pero, además, que el cumplimiento en la entrega es seguramente el aspecto de mayor ponderación por parte de los clientes. Esto se debe a que el cliente no puede almacenar productos cuya vida útil es diaria, y por lo tanto sus ventas dependen exclusivamente de lo que su proveedor le entrega en el día. Un producto faltante significa un producto no vendido.

A continuación, en la Figura 4, se puede observar el diagrama de Pareto en base a los datos de la tabla 2.

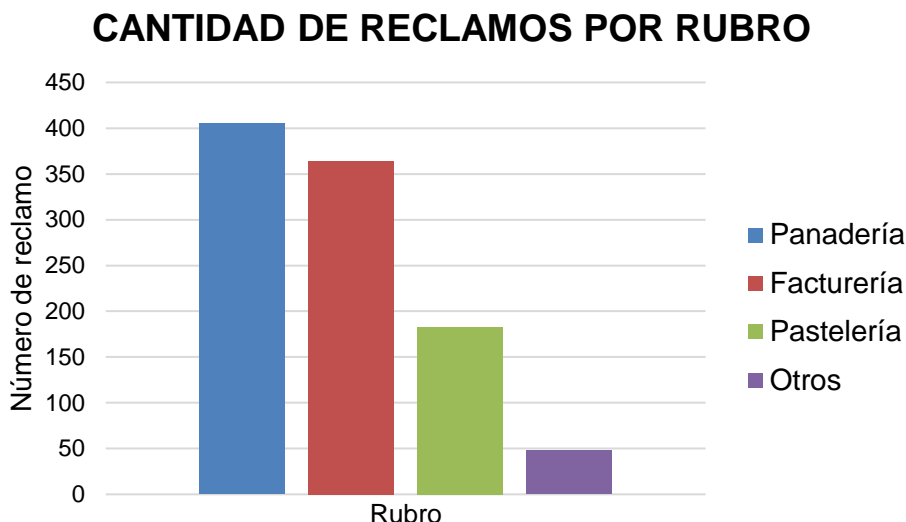


Figura 6: Diagrama de Pareto para los rubros de reclamos de clientes y su frecuencia.
Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico se desprende que los rubros con mayor tasa de faltantes son los de panadería y facturería, que a su vez coinciden con los productos de elaboración diaria debido a su vida útil. Siendo 41% de los reclamos referidos a panadería y 36% a facturería, sumando entre ambos 77% de los reclamos analizados.

En este punto, a pesar de que todos los reclamos de los clientes son importantes, el diagrama de Pareto ha puesto de manifiesto que los esfuerzos se deben concentrar en investigar las causas de los pedidos incompletos, en los rubros de facturería y panadería. Al resolver esta fuente de errores se reducirán significativamente los reclamos de los clientes.

Con respecto a los reclamos por defectos de calidad (sensorial), se han decidido no abordar en el presente trabajo ya que se priorizó el problema crítico de mercadería faltante. Se consideró que la falta de productos en la entrega podría tener un efecto inmediato en las ventas y satisfacción del cliente. Por otra parte, para abordar los problemas de calidad, la empresa podría necesitar recopilar datos adicionales, realizar análisis detallados e incluso de laboratorio, por lo que podría requerir un enfoque separado y más exhaustivo.

3.5.2 Diagrama de causa y efecto

Para poder tener mayor visibilidad sobre la problemática actual y analizar los resultados obtenidos en las encuestas a clientes y lo expuesto por el análisis previo de los diagramas de Pareto, se presenta a continuación en la Figura 5 un diagrama de causa y efecto para analizar las posibles causas que derivan en la entrega de pedidos incompletos para los rubros de panadería y facturería.

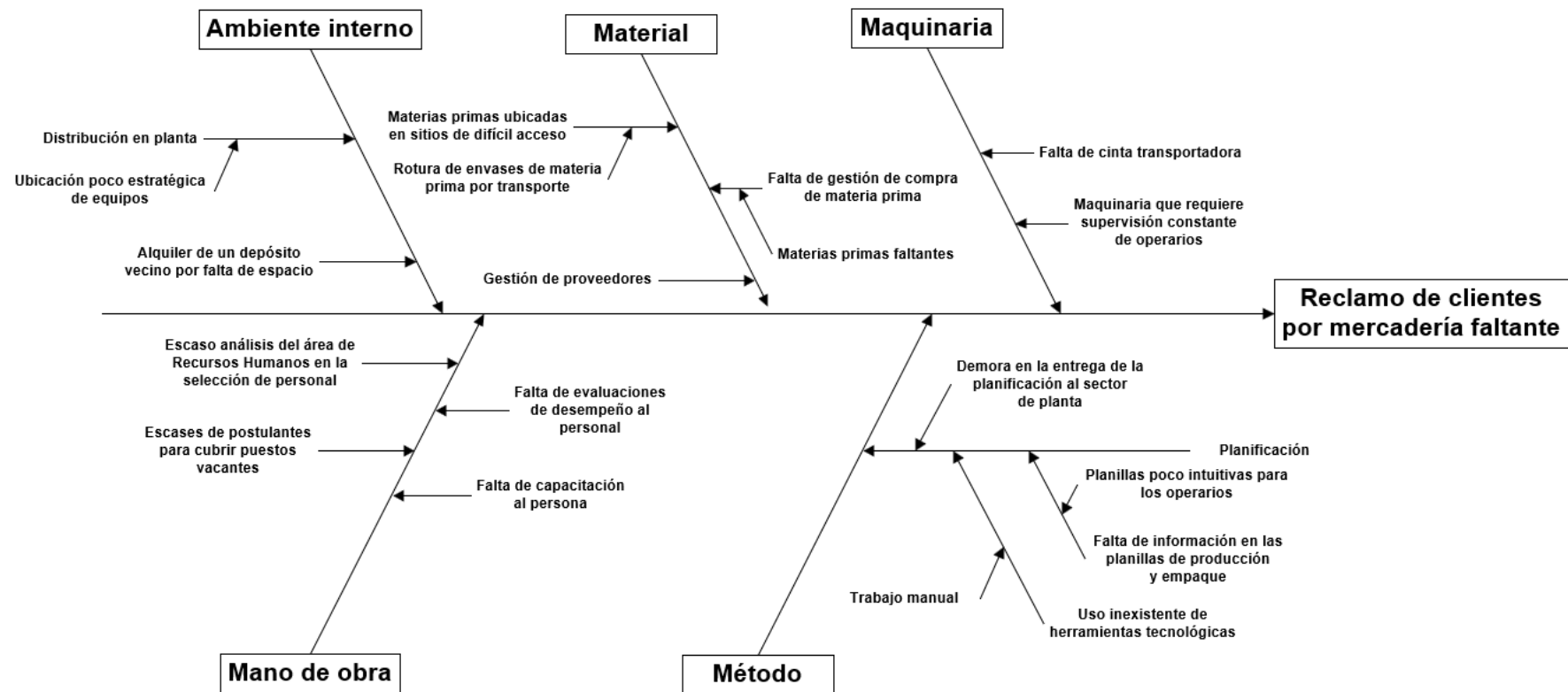


Figura 7: Diagrama de causa y efecto.
Fuente: Elaboración propia.

Mano de obra

El puesto de operario nocturno es demandante físicamente por una serie de factores:

- Horario de trabajo de 20hs a 4hs.
- Los hornos se mantienen encendidos durante todo el turno a 230°C, lo que eleva la temperatura ambiente en el sector de elaboración a casi 40°C.
- Los preparados de masa pesan 50 kg. La manipulación de los amasijos se hace de forma manual, implicando desgaste físico.

Por estos motivos la gerencia prioriza aptitudes físicas a la hora de reclutar personal para desempeñarse en estos puestos. Sin embargo, esto implica que se desestiman competencias tales como interpretación de planillas y capacidad de resolución de problemas que puedan surgir de manera coyuntural.

La gerencia además alega que escasean los recursos humanos con dichas competencias, motivo por el cual, a pesar de realizar búsquedas laborales de forma diaria en la bolsa de trabajo de la ciudad, suelen emplear operarios aun sabiendo que no reúnen las aptitudes necesarias.

A esta problemática se suma la falta de acción por parte de la organización para reforzar estas debilidades. Se carece de programas de capacitación y no se relevan los desempeños, por lo que no se toman acciones que apunten a mejoras en este aspecto.

La escasa gestión del sector de recursos humanos, sumado a la falta de competencias por parte de los operarios para poder interpretar la información y elaborar en tiempo y forma lo demandado por los clientes contribuye a que haya faltantes de producto al final del turno.

Entorno

Distribución en planta:

Debido al crecimiento de la demanda que ha experimentado la firma, en los últimos años se han hecho cambios en la distribución de la planta para mejorar la eficiencia en el uso de la superficie disponible. Sin embargo, el diseño actual no es producto de un estudio técnico.

El crecimiento no proyectado ha llevado a la fábrica a buscar más metros para acopiar materia prima. Actualmente cuenta con un depósito alquilado lindero. Esta dispersión favorece al desorden y pérdidas de tiempo innecesarias, como también pérdidas por roturas

o extravío de productos en los movimientos de materia prima y producto terminado. Sin embargo, en la fábrica se están llevando a cabo proyectos de reingeniería de planta por lo que este tema ya está siendo abordado y no es revisado en este trabajo.

A continuación, en la Figura 6 se muestra el *Lay Out* de planta actual.

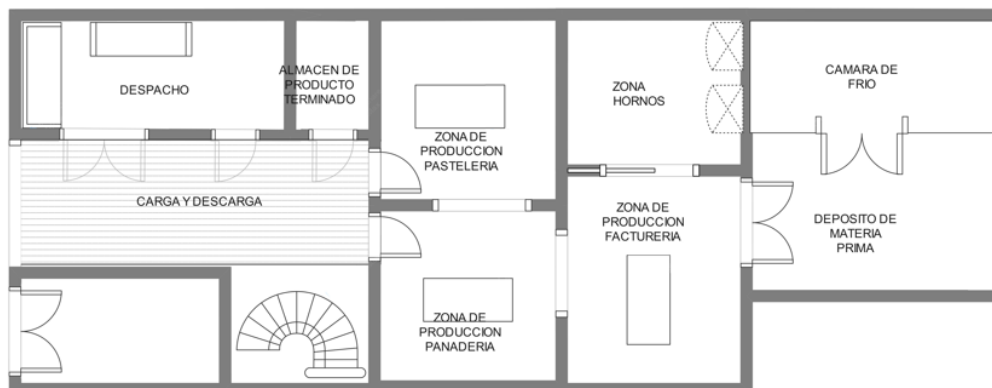


Figura 8: *Lay Out* de planta.
Fuente: Elaboración propia.

Ubicación poco estratégica de equipos:

Ante la falta de espacio en los sectores de producción hay equipos que no están ubicados de manera práctica e impiden la fluidez de los procesos. Las balanzas se encuentran lejos de las mesas de trabajo, contribuyendo a movimientos excesivos de los productos en proceso. A continuación, en la figura 9, se muestra el diagrama de recorrido para los productos de panadería y facturería.

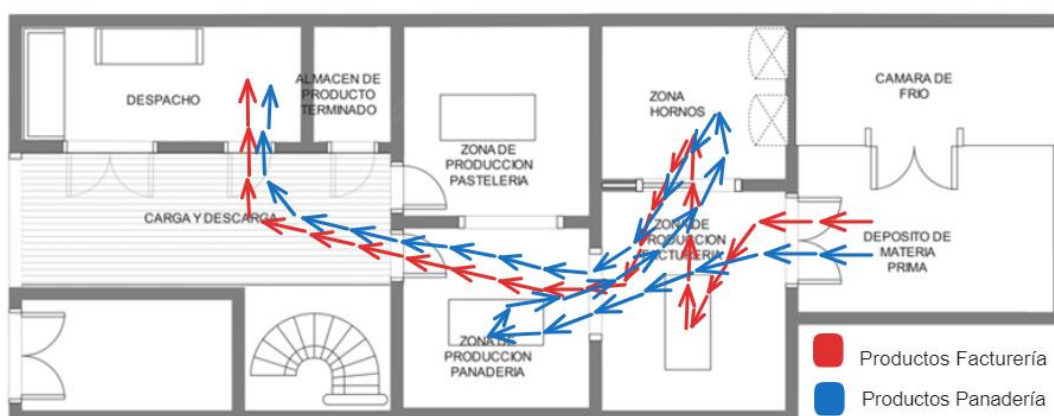


Figura 9: Diagrama de Recorrido para productos de facturería y panadería.
Fuente: Elaboración propia.

² Lay Out: disposición o distribución de elementos en un espacio determinado.

Material

Materias primas ubicadas en sitios de difícil acceso:

Como se mencionó previamente, la incorrecta distribución en planta genera roturas y extravíos tanto de materias primas como de productos ya terminados. Estas ineficiencias suelen no ser solucionadas en tiempo y forma por los operarios resultando en faltantes y no conformidades en las recetas. No hay control de recepción de materia prima.

Gestión de compra:

No se realiza gestión de compra inteligente. Se utiliza la experiencia en el rubro para abastecer a la fábrica, esto puede ser un punto por mejorar considerando que la elaboración de los productos de panadería y facturería se realiza de un día para el otro y la materia prima debe estar disponible para la producción. Por otro lado, la técnica de inspeccionar visualmente el inventario demanda de mucho tiempo y tiene un gran margen de error humano, sumado al entorno desprolijo que no favorece estas prácticas. Dicha ineficiencia ha resultado en la necesidad de adquirir el depósito anexo.

Maquinaria

Todos los sectores cuentan con los equipos necesarios para elaborar los productos. No obstante, hay aspectos para mejorar. Las balanzas deberían ser de mayor tamaño para poder pesar con mayor exactitud y velocidad. Los sectores cuentan con elementos de apoyo, pero no siempre están a distancias prácticas. La firma debe considerar adquirir elementos de transporte como zorras hidráulicas para agilizar el movimiento de las materias primas y cintas transportadoras para comunicar los equipos de producción.

Por otro lado, el equipamiento es antiguo por lo que no se cuentan con estaciones de trabajo automatizadas. Todos los procesos realizados comienzan y terminan supervisados por los operarios, generándose demoras en la línea de producción. Una renovación en equipos de accionamientos automáticos implicaría notables mejoras en los tiempos de producción.

Método

La información de entrada para que los operarios sepan que deben elaborar se encuentra en la planificación de producción. Este documento es una tabla rígida de doble entrada que contiene en las columnas a los clientes, y en las filas los productos, llenándose

las celdas con la cantidad los productos que requiere cada cliente. A pesar de ser sencilla, en ocasiones se puede volver muy extensa y difícil de leer generando errores de interpretación o de paralaje por parte del operario. Por otro lado, no aporta información adicional sobre recetas ni requerimiento de materias primas o insumos para la preparación. La elaboración de los productos se realiza de manera intuitiva según la experiencia del operario, método que genera a diario desvíos en cuanto a cantidades y calidad del producto entregado, sumado a que dichas dispersiones se advierten únicamente al final del proceso de empaque, cuando el envasador designado recuenta la cantidad de producto a enviar.

A su vez, el proceso de planificación es realizado de forma manual por el planificador de producción de la empresa, quien debe esperar a recibir todos los pedidos de los clientes para procesar la información. A mayor cantidad de pedidos, mayor es el tiempo de procesamiento de dichos datos. Los errores en esta etapa son dos:

- Error humano por introducción manual incorrecta en la planilla.
- Demora en la entrega de la planilla a sector producción, penalizando los tiempos de producción.

Por todo lo expuesto, se define trabajar sobre la planificación de la producción. La decisión se decanta desde el punto de vista de eficiencia de uso de recursos humanos y económicos: resulta económicamente más eficiente trabajar sobre procesos y planillas de apoyo a los operarios que sean limpias, con toda la información necesaria para producir el total de los pedidos, que apuntar a mejorar los procesos de la mano del rediseño de la planta, o de compra de materiales y equipamiento.

A su vez, la planilla de planificación es el elemento troncal en todo el proceso de producción. Debe asentar toda la información que un operario necesita para realizar correctamente su trabajo.

Por otro lado, a pesar de que todas las espinas son causantes del problema observado, la planificación es la información de entrada para cada uno de los sectores de producción. Cualquier error o inconsistencia en la misma genera indefectiblemente desvíos en las cantidades producidas, como también mala asignación en el despacho de los productos.

3.6 Relevamiento de estado actual de planificación

El alcance del proceso a analizar comienza luego de que el cliente realiza su pedido en la página web de la empresa y finaliza cuando el planificador alcanza las ordenes de pedido a las áreas de producción y empaque.

El rol del planificador consiste únicamente en ordenar los pedidos por cliente y por rubro. El resultado es una planilla para el sector de producción y empaque con las cantidades totales por producto pedidas, y el detalle de la cantidad demandada por cada cliente. Dependiendo del día, las planillas pueden ser muy extensas, llegando a 60 columnas (una por cliente). En la Tabla 3 se puede observar un ejemplo de la planilla actual para producción y empaque.

	RUBRO	dd-mm				
	CLIENTE 1	CLIENTE 2	CLIENTE 3	CLIENTE 4	CLIENTE 5	TOTAL GENERAL
PRODUCTO 1	1	6	9	0	1	17
PRODUCTO 2	9	1	6	3	4	23
PRODUCTO 3	2	5	9	7	8	31
PRODUCTO 4	4	3	7	9	0	23

Tabla 3: Planilla actual de producción y empaque.
Fuente: Elaboración propia.

Como se ha explicado anteriormente, el escaso margen de tiempo con el que cuentan los operarios lleva a que se olviden las buenas prácticas y se busquen atajos: si bien los operarios del área de producción tienen las recetas a disposición, la gerencia admite que no son utilizadas y que no están a la vista para poder disponer de las mismas. El hecho de que se sepa que no son utilizadas, ha generado que dejen de actualizarse, y al momento se registran productos discontinuados y recetas mal formuladas, como también muchos productos nuevos cuya receta real no se ha registrado debidamente.

La combinación de falta de tiempo y falta de información necesaria resulta en que los operarios elaboran los productos incorporando las materias primas sin seguir una receta estricta con cantidades definidas. Se basan únicamente en su conocimiento luego de tantos años trabajando en el rubro, criterio que debido a la falta de capacitación y evaluación de conocimientos suele fallar. El resultado se observa al final del turno de producción. El sector de empaque recibe toda la mercadería para envasar y despachar con rótulos para cada uno de los clientes, en caso de haber faltantes, es recién en esta etapa en que la no conformidad sale a la luz. Haciendo un análisis de tiempos, el cliente realiza su pedido a las 16 horas, y la fábrica recién confirma que no puede entregar un producto a las 5 horas del día siguiente. Esta falla sumada a la no comunicación al cliente es la que genera la disconformidad.

El empaque y entrega de productos se realiza en 2 turnos diferentes las cuales dependen del horario de entrega, convenido previamente con sector logística y el cliente. En este sentido, las planillas que se elaboran, no le indican a empaque qué producto debe estar listo primero y cuál debe entregarse después, sino que el encargado de despacho pone a disposición todos los pedidos en una misma franja horaria, y logística retira dichos pedidos por turnos.

3.7 Definición de indicadores para analizar las mejoras propuestas

Se considera que es fundamental definir a priori indicadores que puedan medir el desempeño de la mejora propuesta en el presente trabajo. Los datos necesarios para elaborar los indicadores serán extraídos de las encuestas de los clientes y de los pedidos de los clientes.

Considerando que la problemática a tratar es la entrega de pedidos incompletos de panadería y facturería a los clientes de la empresa panificadora, se analizó plantear indicadores relacionados a esto.

Los indicadores por considerar para dar seguimiento a la mejora son:

$$I_{panadería} = \frac{\text{Items incompletos de pedidos de panadería}}{\text{Items totales de pedidos de panadería}} \quad (3)$$

$$I_{facturería} = \frac{\text{Items incompletos de pedidos de facturería}}{\text{Items totales de pedidos de facturería}} \quad (4)$$

La base temporal a considerar para realizar esta medición es de un mes, esto se debe a que corresponde con los cierres contables de la empresa. La gerencia prefiere y solicita realizar las mediciones de este indicador al finalizar cada mes ya que coincide con las reuniones del comité.

Se definió utilizar el concepto de ítem, en lugar de pedido, ya que esto permite profundizar en qué producto en particular se están entregando menos cantidad de las solicitadas por el cliente. Además, como se ha mencionado anteriormente, la encuesta diseñada le solicita al cliente que indique sobre qué producto tiene que realizar su reclamo, en este caso, sería el ítem del pedido del cual está reclamando.

A continuación, en la Tabla 4, se detallan los valores de los indicadores antes de proponer mejoras.

Mes	Cantidad de ítems de panadería pedidos	Cantidad de ítems de facturería pedidos	Cantidad de ítems de panadería incompletos	Cantidad de ítems de facturería incompletos	Indicador panadería	Indicador facturería
jun-22	1.860	5.176	24	43	1,29%	0,83%
jul-22	1.946	5.514	14	24	0,72%	0,44%
ago-22	1.904	5.627	12	21	0,63%	0,37%
sep-22	1.936	5.739	13	27	0,67%	0,47%
oct-22	1.882	5.741	10	14	0,53%	0,24%
nov-22	1.924	5.509	12	33	0,62%	0,60%
dic-22	1.613	4.580	15	19	0,93%	0,41%
ene-23	2.199	5.436	39	30	1,77%	0,55%

Tabla 4: Cálculo de indicadores antes de proponer mejoras.
Fuente: Elaboración propia.

3.8 Puntos de mejora y propuestas

3.8.1 Rediseño del proceso de planificación de la producción

En base al análisis realizado observando los resultados de las encuestas y relevando la situación actual, se propusieron los siguientes puntos de mejora, para disminuir la tasa de ítems faltantes sobre ítems totales, correspondientes a los rubros de panadería y facturería. Se considera fundamental la utilización de herramientas informáticas para que la empresa comience a trabajar alineada a las nuevas tendencias de industria 4.0.

3.8.2 Relevamiento de lista de productos actual

Según se indicó anteriormente, tanto el listado de productos actual como sus recetas no se encontraba elaborado. Es por esto, que se relevó cuáles son los productos que hoy en día se producen y comercializan por rubro. Se observó al momento de realizar el presente trabajo que se elaboran 70 productos de panadería y 70 productos diferentes de facturería.

3.8.3 Diseño de base de recetas

En conjunto con los operarios del sector de producción y con la gerencia se elaboraron las recetas de los productos de panadería y facturería, una por cada rubro, considerando las preferencias y la experiencia en el sector. En esta oportunidad se agregaron a su vez como productos intermedios las masas y productos que llevan una preparación previa, utilizados para realizar los productos finales, ya que en muchos casos pertenecen a la misma familia de

productos. Esto ayuda a los operarios de producción a conocer a su vez, la cantidad de masa necesaria a producir.

Las recetas son tablas conformadas por 11 columnas, en la Figura 10 se muestra un ejemplo de los campos contenidos en las recetas de facturería y en la Figura 11 se muestra un ejemplo de los campos contenidos en las recetas de panadería (las planillas no son mostradas en su totalidad por contener información confidencial de recetas de la empresa):

CODIGO MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA (kg)	MATERIA PRIMA (lt)	MATERIA PRIMA (unidades)	CODIGO PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO (kg)	PRODUCTO TERMINADO (unidades)	CATEGORIA	RUBRO
302000305	DULCE DE MEMBRILLO	0,20			2040	1 - FACTURA CON MEMBRILLO		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
9999991019	MASA FACTURA MANTECA	0,48			2040	1 - FACTURA CON MEMBRILLO		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
9999991002	CREMA PASTELERA	0,20			2035	1 - FACTURA CON PASTELERA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
9999991019	MASA FACTURA MANTECA	0,48			2035	1 - FACTURA CON PASTELERA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
99999911	FRUTA EN CONSERVA			1,00	2022	1 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
9999991002	CREMA PASTELERA	0,20			2022	1 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
9999991019	MASA FACTURA MANTECA	0,48			2022	1 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
3070027	ALMIBAR	0,10			2036	2 - FACTURA CON MEMBRILLO		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
302000305	DULCE DE MEMBRILLO	0,20			3010041	2 - FACTURA CON MEMBRILLO PRECOCIDA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
9999991019	MASA FACTURA MANTECA	0,48			3010041	2 - FACTURA CON MEMBRILLO PRECOCIDA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
3070027	ALMIBAR	0,10			2036	2 - FACTURA CON PASTELERA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA
3070027	ALMIBAR	0,10			2036	2 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA		12	PRODUCTO FINAL	FACTURERIA

Figura 10: Planilla de recetas de productos de facturería.
Fuente: Elaboración propia.

CODIGO MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA	MATERIA PRIMA (kg)	MATERIA PRIMA (lt)	MATERIA PRIMA (unidades)	CODIGO PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO	PRODUCTO TERMINADO (kg)	PRODUCTO TERMINADO (unidades)	CATEGORIA	RUBRO
30200054	LEVADURA FRESCA	0,30			5555	MASA PAN FRANCES	69,60		PRODUCTO INTERMEDIO	PANIFICADOS
9999991012	AGUA		33,00		5555	MASA PAN FRANCES	69,60		PRODUCTO INTERMEDIO	PANIFICADOS
30200041	PIMENTÓN	0,00			100007	SABORIZADO CEB PRECO		25	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
100002	CHIPA CONGELADO	1,00			1037	CHIPA	1,00		PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
5555	MASA PAN FRANCES	8,51			100003	GALLETA DE PUÑO PRECOCIDA	6,80		PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
30200014	GRASA	0,10			1038	GRISINES ITALIANOS - 250 GR		6	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
30200054	LEVADURA FRESCA	0,03			1038	GRISINES ITALIANOS - 250 GR		6	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
302000142	ACEITE DE GIRASOL	0,05			1038	GRISINES ITALIANOS - 250 GR		6	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
30200014	GRASA	0,10			1038	GRISINES ITALIANOS - 250 GR		6	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
30200054	LEVADURA FRESCA	0,03			1038	GRISINES ITALIANOS - 250 GR		6	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS
302000142	ACEITE DE GIRASOL	0,05			1038	GRISINES ITALIANOS - 250 GR		6	PRODUCTO FINAL	PANIFICADOS

Figura 11: Planilla de recetas de productos de panadería.
Fuente: Elaboración propia.

3.8.4 Desarrollo de la herramienta informática

Uno de los puntos fundamentales para la mejora de la planificación de la producción fue que se encuentren actualizados los archivos de listado de productos y recetas. Esto permitió utilizar la tecnología para poder realizar las tareas que antes se realizaban manualmente, de forma automática.

Se optó por utilizar *Microsoft Excel* por ser un programa de gran robustez, fácil utilización y por ser el que actualmente utilizaba el planificador.

A priori se conocía que, como información de entrada, el programa debería tomar la información del pedido diario de los clientes, procesarla considerando las recetas previamente elaboradas y brindar como información de salida, planillas para los sectores de producción y empaque. Es por esta razón que se decidió que como siguiente punto se debían definir las planillas a utilizar en cada uno de los sectores.

3.8.4.1 Reformulación de planillas de producción y empaque

Luego de relevar y elaborar las recetas de los productos de panadería y facturería, se definieron las planillas de cada sector con los operarios de producción y empaque para

conocer, luego de varios encuentros, cual es el formato que más útil les resulta para realizar la producción y luego preparar los pedidos para el sector de empaque. Las planillas deben contar con toda la información necesaria para producir lo requerido, ser concisas y, sobre todo, de fácil lectura para evitar introducir errores de interpretación.

Lo que mencionaron los operarios es que en el sector de producción es fundamental conocer la cantidad de materia prima a utilizar y la cantidad de masa a preparar que luego se utilizará en la elaboración de los diferentes productos. Como se indicó anteriormente, hoy en día solo cuentan con una planilla, la misma en ambos sectores, que les indica la cantidad de cada producto solicitada por cada cliente. Con respecto al sector de empaque, indican los operarios que no presentan grandes dificultades a la hora de trabajar con la planilla actual, sin embargo, se propone un pequeño cambio con respecto a la planilla de este sector.

3.8.4.2 Funcionalidades de la herramienta

Para la elaboración de las planillas de cada sector se decidió utilizar la herramienta *Power Query* en *Microsoft Excel* que permite importar información y transformarla. Se buscó prioritariamente que la confección de las planillas deje de ser manual, procedimiento que además de demorar los tiempos de planificación puede incurrir en fallas humanas por parte del planificador.

Se procedió a elaborar un sistema que se conecta de forma directa con diferentes hojas de cálculo: recetas de panadería, recetas de facturería, pedido diario de clientes, y, listado de clientes.

Para poder generar las relaciones se obtuvieron los datos desde la solapa "Datos" de *Microsoft Excel*, la opción seleccionada fue "desde archivos Excel" (como se mencionó anteriormente los archivos de entrada son las recetas de panadería, de facturería, pedido diario de clientes y listado de clientes). Esto hace que la información contenida esté disponible en *Power Query* para poder comenzar a trabajar los datos.

Una vez seleccionada la opción "Obtener datos" desde "un archivo", Excel muestra una ventana en donde solicita que se indique qué información se desea importar a *Power Query*. A continuación, en la Figura 12, se muestra a modo de ejemplo la ventana mostrada por Excel luego de seleccionar la opción antes mencionada para importar las recetas de facturería.

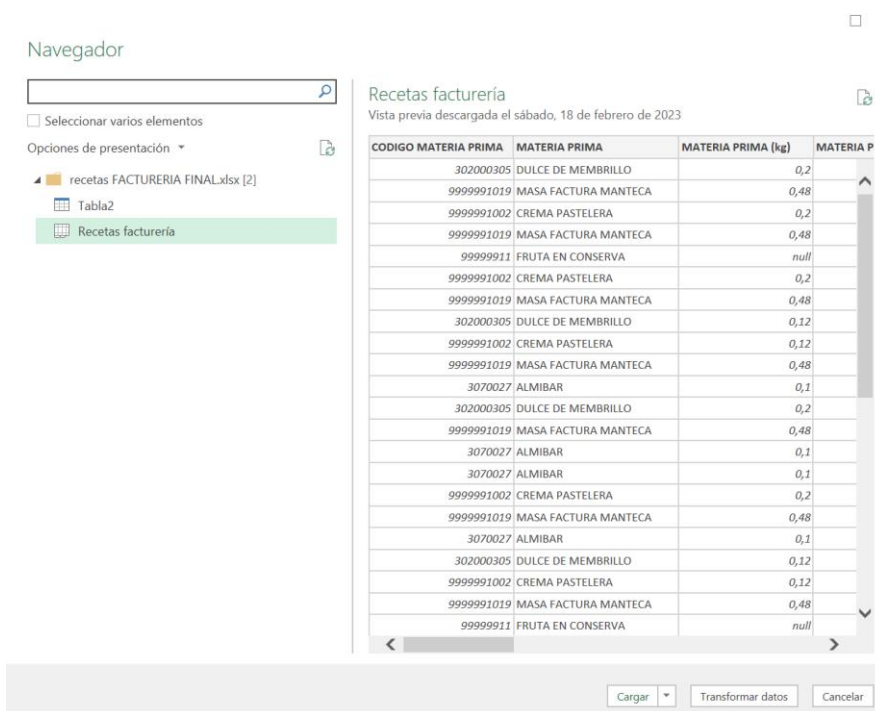


Figura 12: Ventana emergente de Microsoft Excel al obtener datos desde otros archivos de la misma extensión.
Fuente: Elaboración propia.

Para poder realizar la carga es muy importante que los datos contenidos en los archivos de entrada estén organizados en forma de tabla. En la ventana de la figura 12 se debe seleccionar qué tabla se desea cargar.

El mismo procedimiento se realizó con cada uno de los archivos de entrada.

Con cada una de las tablas disponibles en *Power Query* se realizaron transformaciones para preparar los datos y que así estén listos para realizar las relaciones entre tablas que darán como resultado las planillas para los sectores de producción y empaque.

Dado que el formato de los archivos de entrada es estándar, es decir, la ubicación y cantidad de columnas y el tipo de dato contenido no se modifican, se pueden aplicar una secuencia de pasos predeterminada a cada una de las tablas dentro de *Power Query*, quedando estos definidos para esa tabla en particular a menos que sean eliminados.

Las transformaciones realizadas en las tablas consisten en eliminar filas y columnas innecesarias, modificar el formato de los datos contenidos, etc.

Una vez realizadas todas las transformaciones a las tablas de entrada, se procedió a combinar consultas entre tablas. Esta función de *Power Query* se obtiene a partir

de la opción “Combinar consultas” en la solapa Inicio del panel superior, la cual permite agregar columnas provenientes de otra tabla (es condición necesaria que ambas tablas que se combinan tengan un dato en común contenido en una columna de cada tabla). A continuación, en la Figura 13, se muestra un ejemplo de combinación de consultas contenida en la herramienta.

✕

Combinar

Seleccione una tabla y las columnas coincidentes para crear una tabla combinada.

Requerimientos MP panificados finales 📄

MATERIA PRIMA (kg)	MATERIA PRIMA (lt)	MATERIA PRIMA (unidades)	CODIGO PRODUCTO TERMINADO	PROD
1,69	0	0	1032	ALEM
1,69	0	0	1096	ALEM
0,04	0	0	1025	BAGU
0,04	0	0	1025	BAGU

Pedido diario TOTALES ▾

Código Producto	Recuento
2000	39902
2001	10660
1035	972
3010048	118297
2003	9292

Tipo de combinación

Externa izquierda (todas de la primera, coincidencias... ▾)

Use las coincidencias aproximadas para comparar la combinación.

▷ Opciones de coincidencia aproximada

Aceptar
Cancelar

Figura 13: Ventana de Power Query para combinar consultas.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez que la combinación de consultas se realizó, se procedió a agregar columnas personalizadas a la tabla. Una columna personalizada permite realizar cálculos entre columnas, lo cual permitió calcular la cantidad de materia prima necesaria para producir los productos solicitados por los clientes.

Es importante aclarar que, tal como se indicó anteriormente, las recetas contienen las cantidades para producir los productos intermedios en base a materias primas y los productos finales en base a otras materias primas y productos intermedios. Esto permitió que se puedan agregar columnas personalizadas con la cantidad de producto intermedio a producir, según el pedido del día y las recetas de cada rubro.

Otro beneficio por destacar de la herramienta es que, al trabajar con Power Query, todas las modificaciones hechas sobre los archivos de entrada (recetas, pedido diario y listado de clientes) se actualizan automáticamente sin necesidad de copiar y pegar ningún valor. Esto permite mantener actualizadas las recetas, el listado de productos y el listado de clientes.

Al momento de utilizar la herramienta, el planificador lo único que debe hacer es apretar el botón de “Generar Planillas” en el menú principal. De esta forma, el sistema generará cada una de las planillas que se detallan a continuación.

En cuanto al botón “Requerimientos MP”, se tratará en el apartado “Rediseño de planificación de compras”.

A continuación, en la Figura 14, se muestra una captura de pantalla del menú principal de la herramienta.



Figura 14: Captura de pantalla del menú principal de la herramienta.
Fuente: Elaboración propia.

Planillas de Producción

Según lo analizado previamente y las reuniones con los operarios, se decidió que no habría solo una planilla para este sector, sino que, habría tres planillas por cada rubro analizado y considerando además los productos intermedios y finales a elaborar. Esto se debe a que como se indicó anteriormente, la planilla vigente de producción es la misma de empaque y solo cuentan con las cantidades a producir.

Los operarios indicaron la necesidad de contar con planillas de lectura más amigables que les indiquen, por un lado, qué cantidad de insumos son necesarios para preparar los productos intermedios, que entre otros se encuentran las masas con las que se elaboran los productos de panadería y facturería. De esta forma se evita preparar las órdenes del día de forma intuitiva y siguiendo la receta exacta para la cantidad solicitada. Por otro lado, contar con planillas que indiquen la cantidad de productos intermedios necesarios para preparar los pedidos del día. Por último, contar con una planilla que indique los totales para poder realizar un control antes de enviar las placas con los productos elaborados al sector de empaque.

A continuación, en la Figura 75 se muestra a modo de ejemplo una parte de una de las planillas para el sector de producción, la cual contiene las masas y productos intermedios a elaborar para los productos de panadería:

PLANILLA PRODUCCIÓN PANIFICADOS				MASAS A ELABORAR
PRODUCTO TERMINADO	MASA PAN FRANCES			18/2/2023
				KG
Materia Prima	Suma de MATERIA PRIMA (kg)	Suma de MATERIA PRIMA (lt)	Suma de MATERIA PRIMA (unidades)	
AGUA	0		0	
HARINA DE TRIGO 000	50	0	0	
LEVADURA FRESCA	0,6	0	0	
		0	0	
SAL FINA	2	0	0	
PRODUCTO TERMINADO		20,1		KG
Materia Prima	Suma de MATERIA PRIMA (kg)	Suma de MATERIA PRIMA (lt)	Suma de MATERIA PRIMA (unidades)	
AGUA	0	6,89	0	

Figura 15: Planilla de producción: Masas y productos intermedios a elaborar, rubro panificados.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 16 se muestra a modo de ejemplo la planilla de producción que contiene las masas y productos intermedios a elaborar, para el rubro de facturería.

PLANILLA PRODUCCION FACTURERIA		MASAS A ELABORAR Y PRODUCTOS INTERMEDIOS	
			18/2/2023
PRODUCTO TERMINADO	ALMIBAR ▾		KG
	▾ Suma de KG MP nec	Suma de LITROS MP nec	Suma de UNIDADES MP nec
AGUA	0,00	8,40	0
AZUCAR COMUN		0,00	0
BRILLO/JALEA DE FANTASI	1,68	0,00	0
PRODUCTO TERMINADO	CREMA PASTELERA ▾		KG
	▾ Suma de KG MP nec	Suma de LITROS MP nec	Suma de UNIDADES MP nec
AZUCAR COMUN		0,00	0
	0,02	0,00	0
ESENCIA DE VAINILLA	0,02	0,00	0
FECULA DE MAIZ	1,12	0,00	0

Figura 16: Planilla de producción: Masas y productos intermedios a elaborar, rubro facturería.
Fuente: Elaboración propia.

Luego de que los operarios elaboran los productos intermedios, cuentan con las planillas de producto final para conocer qué cantidades son necesarias de cada materia prima para la elaboración de los productos finales.

A continuación, en la Figura 17, se muestra a modo de ejemplo la planilla de producción que indica los productos de panadería a elaborar y las cantidades respectivas de materia primas necesarias a utilizar.

PLANILLA PRODUCCION PANIFICADOS			PRODUCTOS A ELABORAR
			18/2/2023
PRODUCTO TERMINADO	ALEMANCITOS - UNIDAD	<input type="text"/>	
	Suma de Cantidad MP (kg)	Suma de Cantidad MP (lt)	Suma de Cantidad MP (unidades)
	18,75	0,00	0,00
PRODUCTO TERMINADO	BAGUETINES MULTICEREALES	<input type="text"/>	
Etiquetas de fila	Suma de Cantidad MP (kg)	Suma de Cantidad MP (lt)	Suma de Cantidad MP (unidades)

Figura 17: Planilla de producción: Productos a elaborar, rubro panificados.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 18 se muestra a modo de ejemplo la planilla de producción que indica los productos de facturería a elaborar y las cantidades respectivas de materia prima necesarias a utilizar.

PLANILLA PRODUCCION FACTURERIA			PRODUCTOS A ELABORAR
			18/2/2023
PRODUCTO TERMINADO	1 - FACTURA CON MEMBRILLO	<input type="text"/>	
	Suma de Requerimiento MP kg	Suma de Requerimiento MP lt	Suma de Requerimiento MP unidades
DULCE DE MEMBRILLO	0,40	0,00	0
MASA FACTURA MANTECA	<input type="text"/>	0,00	0
PRODUCTO TERMINADO	1 - FACTURA CON PASTELERA	<input type="text"/>	

Figura 18: Planilla de producción: Productos a elaborar, rubro facturería.
Fuente: Elaboración propia.

Las planillas mostradas en las Figuras 15, 16, 17, 18 son el resultado de una serie de transformaciones, combinación de consultas y agregado de columnas personalizadas en *Power Query*, tal como se aclaró anteriormente. En el caso de estas planillas, al momento de

cargar los datos en la hoja de Excel se optó por seleccionar la opción de “Cargar en informe de tabla dinámica”, esto permite poder armar planillas de lectura más amigable modificando a través de las opciones de tabla dinámica de Excel qué se debe mostrar en cada fila y columna.

Finalmente, se diseñaron dos planillas, una por cada rubro, con las cantidades totales a producir de cada producto. La intención es que mientras un operario termina de elaborar los productos intermedios, otro comience la última etapa del sector de producción que es elaborar los productos finales para introducirlos a los hornos.

A continuación, se muestra en la Figura 19 a modo de ejemplo la planilla de producción para el rubro de panificados que contiene los productos totales finales.

PLANILLA PRODUCCIÓN - TOTALES A PRODUCIR		19/2/2023
PANADERIA		
Producto	Cantidad solicitada	
ALEMANCITOS - UNIDAD		466
BAGUETINES MULTICEREALES		18
BAGUETINES Q Y C		12
BIZCOCHITOS DE GRASA - 210 GR		15
BOLLITO MULTICEREAL		136
BURGUER BUN		132
CALENTITOS		12
CIABATTA		6
FUGAZON X 12 UNIDADES		2

Figura 19: Planilla de producción: Total de productos a elaborar, rubro panificados.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Figura 208 se presenta a modo de ejemplo la planilla de producción para el rubro de facturería que contiene los productos totales finales.

PLANILLA PRODUCCIÓN - TOTALES A PRODUCIR		19/2/2023
FACTURERIA		
Producto		Cantidad solicitada
1 - FACTURA CON MEMBRILLO		24
1 - FACTURA CON PASTELERA		18
1 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA		54
1 - FACTURA MIXTA		60
2 - FACTURA CON MEMBRILLO PRECOCIDA		24
2 - FACTURA CON PASTELERA PRECOCIDA		30
2 - FACTURA MIXTA PRECOCIDA		12
ALEMANA		24
BASE CRUDA ALEMANA		18

Figura 20: Planilla de producción: Total de productos a elaborar, rubro facturería.
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de las planillas mostradas en las Figuras 19 y 20, las consultas de Power Query fueron cargadas en las hojas de Excel a través de la opción “Cargar en tabla” ya que solo se buscaba poder imprimir la tabla obtenida a partir de las transformaciones y consultas previamente realizadas, sin modificar el formato de la misma.

Planillas de Empaque

En el caso del sector de empaque, según se indicó anteriormente, los pedidos deben ser entregados en dos turnos, por lo que, algunos productos deben estar listos antes que otros. Considerando esto, se diseñaron planillas por cada rubro y por cada turno de entrega, considerando los totales para que un operario separe los productos que serán entregados por turno. Por otro lado, se diseñaron planillas, una por cada turno y rubro, con los productos a entregar según clientes, para que un operario prepare los pedidos.

A continuación, se muestra en la Figura 21 la planilla de totales a empacar para el sector de empaque del rubro panificados. Se muestra solo la planilla para el turno 1 a modo de ejemplo, pero hay una idéntica para el turno 2.

PLANILLA EMPAQUE CON TOTALES	19/2/2023	TURNO 1	PANIFICADOS
Producto	Recuento		
PAN DE CAMPO	2		
PAN DE MOLDE MULTICEREAL	2		
BAGUETINES MULTICEREALES	1		
CIABATTA	1		
PAN MIGNON	7		
PAN MILONGUITA	2		
BOLLITO MULTICEREAL	3		
ALEMANCITOS - UNIDAD	4		
PAN DE MIGA- BLANCA	1		
GALLETA DE PUÑO PRECOCIDA	1		

Figura 21: Planilla de empaque: Total de productos a empacar (turno de entrega 1), rubro panificados.
Fuente: Elaboración propia.

Se diseñó la misma planilla para el rubro facturería, la cual se muestra a continuación en la Figura 22 a modo de ejemplo.

PLANILLA EMPAQUE CON TOTALES	20/2/2023	TURNO 1	FACTURERIA
Producto	Recuento		
MEDIALUNAS DULCES	612		
MEDIALUNAS PRECOCIDAS	1016		
MEDIALUNAS DE GRASA	170		
CAÑONCITO	62		
HUEVO FRITO	60		
TAPITA C/ DDL	60		
TORTA NEGRA	104		
VIGILANTE C/ PASTELERA	54		
PAN DE LECHE	65		
MEDIALUNAS SALADAS	190		

Figura 22: Planilla de empaque: Total de productos a empacar (turno de entrega 1), rubro facturería.
Fuente: Elaboración propia.

Como se indicó anteriormente, se diseñaron planillas para el sector de empaque indicando qué producto debe empacarse para cada cliente.

A continuación, en la Figura 23, se muestra a modo de ejemplo la planilla del rubro de panificados, turno de entrega 1 según pedidos por cliente (los nombres de los clientes han sido ocultados por cuestiones de confidencialidad).

PLANILLA EMPAQUE	20/2/2023	TURNO 1	PANIFICADOS					Producto - Copia
ALEMANCITOS - UNIDAD			8		300	100	26	ALEMANCITOS - UNIDAD
BAGUETINES MULTICEREALES		6						BAGUETINES MULTICEREALES
BOLLITO MULTICEREAL			8			90	18	BOLLITO MULTICEREAL
CALENTITOS							6	CALENTITOS
CIABATTA		6						CIABATTA
FUGAZON X 12 UNIDADES						1	1	FUGAZON X 12 UNIDADES
FUGAZZA DE PAN MEDIANA					60			FUGAZZA DE PAN MEDIANA
GALLETA DE PUÑO PRECOCIDA					5			GALLETA DE PUÑO PRECOCIDA
GRISINES ITALIANOS - 250 GR					8			GRISINES ITALIANOS - 250 GR
LIBRITO PRECOCIDO					30			LIBRITO PRECOCIDO
PAN CASERITO PRECOCIDO					40			PAN CASERITO PRECOCIDO
PAN DE CAMPO	10						3	PAN DE CAMPO
PAN DE MIGA- BLANCA				1				PAN DE MIGA- BLANCA
PAN DE MOLDE MULTICEREAL	10						10	PAN DE MOLDE MULTICEREAL
PAN FLAUTITA - FRANCES					10			PAN FLAUTITA - FRANCES
PAN FLAUTITA PRECOCIDA					5			PAN FLAUTITA PRECOCIDA
PAN LACTAL XL SIN CORTE				2				PAN LACTAL XL SIN CORTE
PAN MIGNON		6	2	4	10	8	3	11 PAN MIGNON
PAN MIGNON PRECOCIDO					5			PAN MIGNON PRECOCIDO
PAN MILONGUITA			5		5			PAN MILONGUITA
PAN MILONGUITA PRECOCIDO					10			PAN MILONGUITA PRECOCIDO
PAN NEGRITO					5			6 PAN NEGRITO
PEBETE						6		PEBETE
SABORIZADO JAM PRECO					10			SABORIZADO JAM PRECO
SABORIZADO QUE PRECO					10			SABORIZADO QUE PRECO
SABORIZADO SAL PRECO					10			SABORIZADO SAL PRECO
ZAPATILLAS CON SEMILLAS - 250 GR					8			ZAPATILLAS CON SEMILLAS - 250 GR
ZAPATILLAS SIN SAL - 250 GR					8			ZAPATILLAS SIN SAL - 250 GR

Figura 23: Planilla de empaque: Productos a empacar por cliente (turno de entrega 1), rubro panificados.
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en la planilla anterior, en la Figura 24 se muestra a modo de ejemplo la planilla diseñada para el sector de empaque correspondiente a los productos del rubro facturería. La misma contiene las cantidades de producto a empacar en turno 1 según cada cliente (los nombres de los clientes han sido ocultados por cuestiones de confidencialidad).

Dado que las planillas son extensas, para evitar errores de paralaje, se repite la columna de productos al principio y al final de las tablas. De esta forma, el operario puede utilizar la información de entrada leyendo por izquierda o por derecha, según le sea más sencillo hacerlo.

Para la elaboración de las planillas de empaque se han cargado directamente las consultas de Power Query en las hojas del libro de Excel, el formato de las planillas ha sido armado a partir de las diferentes transformaciones.

Informatización del sistema de planificación de la producción de una empresa panificadora de la ciudad de Mar del Plata

PLANILLA EMPAQUE	20/2/2023	TURNO 1	FACTURERIA										Producto - Copia		
Producto	OSTENDE	MTZ MITRE	MTZ LURO	COCO CAFE	CORDOBA	ALEM	YPF INDEPENDENCIA	FERIA	GUERRERO	ALDREY	LAS ROCAS	PEPSICO	MADISON		
1 - FACTURA CON MEMBRILLO									12						1 - FACTURA CON MEMBRILLO
1 - FACTURA CON PASTELERA									12						1 - FACTURA CON PASTELERA
1 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA									12			24			1 - FACTURA CON PASTELERA C/ FRUTA
1 - FACTURA MIXTA									12	12			24		1 - FACTURA MIXTA
2 - FACTURA CON MEMBRILLO PRECOCIDA									12						2 - FACTURA CON MEMBRILLO PRECOCIDA
2 - FACTURA CON PASTELERA PRECOCIDA									18						2 - FACTURA CON PASTELERA PRECOCIDA
ALEMANA					6				12						ALEMANA
BERLINESA C/ DDL									12	6					BERLINESA C/ DDL
BERLINESA C/ PASTELERA									6						BERLINESA C/ PASTELERA
CAÑONCITO	18								12	12		6			14 CAÑONCITO
CAÑONCITOS C/ PASTELERA									6	12					CAÑONCITOS C/ PASTELERA
CINNAMON ROLL									12						CINNAMON ROLL
CROISSANT									3						CROISSANT
CROISSANT PRECOCIDO															20 CROISSANT PRECOCIDO
DONAS									6						DONAS
HUEVO FRITO	18	6	6						12	12		6			HUEVO FRITO
HUEVO FRITO PRECOCIDO									18						HUEVO FRITO PRECOCIDO
MEDIALUNAS DE GRASA	60			12	12					50		36			MEDIALUNAS DE GRASA
MEDIALUNAS DULCES	120			70	60				60	170		60	72		MEDIALUNAS DULCES
MEDIALUNAS PRECOCIDAS	100	180	100					48	168			120			300 MEDIALUNAS PRECOCIDAS
MEDIALUNAS SALADAS				24	30				60	40		36			MEDIALUNAS SALADAS
PAN DE LECHE				6	6				6	6		6			35 PAN DE LECHE
TAPITA C/ DDL		6							12	12	6		24		TAPITA C/ DDL
TAPITA C/ PASTELERA									6	6		6			TAPITA C/ PASTELERA
TORTA NEGRA		6	6	12	6				12	12		6	24		20 TORTA NEGRA
TORTA NEGRA RELLENA									12	6	6				TORTA NEGRA RELLENA
VIGILANTE C/ PASTELERA		6	6	6					12	18		6			VIGILANTE C/ PASTELERA

Figura 24: Planilla de empaque: Productos a empacar por cliente (turno de entrega 1), rubro facturería.
Fuente: Elaboración propia.

3.8.5 Capacitación al planificador en el uso del sistema de planificación de la producción

En primera instancia se consideró fundamental realizar una capacitación al planificador en el uso de la nueva herramienta informática para la elaboración e impresión de las planillas de producción y empaque.

Se consideró fundamental este punto por varias razones, entre ellas:

- 1- Aumento de la eficiencia: Al dominar el uso de la nueva herramienta, el planificador puede crear y diseñar planillas de órdenes de producción y empaque de manera más rápida y eficiente, lo que permite aumentar la productividad y reducir los tiempos de espera. Si bien el proceso está automatizado, requiere que el planificador descargue el pedido diario y luego ingrese al sistema para solicitar la creación de las planillas del día.
- 2- Adaptabilidad: La tecnología evoluciona constantemente, capacitar al planificador en el uso de nuevas herramientas le permite adaptarse a los cambios tecnológicos y mantenerse al día con las últimas tendencias.
- 3- Flexibilidad: Una vez que el planificador domine el uso de la nueva herramienta informática, tendrá mayor flexibilidad para ajustar y personalizar las planillas de órdenes de producción y empaque según las necesidades específicas de la fábrica de panificados. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia, haciendo más competitiva a la empresa en el mercado.
- 4- Mejora continua: la creación del recetario digital permite no solo contar con las recetas reales de cada uno de los productos, sino también la posibilidad de modificar y mejorar las mismas estando en comunicación con los operarios. En caso de registrarse no conformidades de calidad, el departamento de calidad puede trabajar con producción para mejorar recetas, y comunicar al planificador para modificar lo necesario en la base de datos y que esto impacte en tiempo real en las planillas de producción.

Se realizó una jornada de capacitación con el planificador, indicándole como es el proceso de descarga del archivo de pedido diario de clientes y la elaboración de planillas por parte del sistema. Transcurrida la jornada de capacitación, se lo acompañó en los primeros días del uso de la herramienta. Se espera que el planificador una vez familiarizado con la

misma sea capaz de proponer mejoras tanto en la herramienta como en el proceso de planificación.

3.8.6 Capacitación a los operarios para la interpretación de planillas

Según lo expuesto en el análisis de causa y efecto, no se realizan capacitaciones periódicas al personal.

Es de gran importancia capacitar a los operarios para la lectura e interpretación de las planillas de producción y empaque por varias razones:

- 1- Evitar errores y malentendidos: Al entender correctamente las planillas, los operarios pueden asegurarse de que están produciendo el producto adecuado y en las cantidades correctas. De lo contrario, podrían producirse errores en la producción y el empaque, lo que podría resultar en la pérdida de tiempo, materiales y pedidos incompletos.
- 2- Mejorar la eficiencia: Si los operarios entienden bien las planillas, pueden producir y empaquetar los productos más rápido y con mayor precisión, lo que mejora la eficiencia en la fábrica. Además, se reducen los tiempos de parada y se maximiza la utilización de los recursos.
- 3- Reducir costos: Los errores de producción y empaque pueden aumentar los costos, ya sea por la pérdida de materiales o por tener que producir de nuevo los productos, que por tratarse de productos con vida útil diaria ya se indicó anteriormente que no es posible. La capacitación en la interpretación de las planillas puede ayudar a reducir estos errores y, por lo tanto, disminuir los costos.

Es por esta razón que se realizó una jornada de capacitación en la lectura y comprensión de planillas. Se visitó periódicamente al sector de producción y empaque y se los ayudó ante las dudas que surgieron en el día a día. Se considera que en la actualidad ya se encuentran familiarizados con las nuevas planillas. Se espera que a futuro puedan proponer mejoras si así lo consideran, o sean capaces de solicitar nuevas capacitaciones si lo creen necesario.

3.9 Rediseño de la planificación de compras

Debido a la imprevisibilidad de la demanda diaria, la empresa no suele hacer una gestión de compras inteligente. Cuenta con un encargado de compras que supervisa los niveles de stock de los insumos críticos y los usa como indicadores para comprar los demás. Esto puede traer una serie de problemas.

El primero, y ya lo está experimentando la empresa, es la falta de espacio por sobre stock. Debido al contexto inflacionario la fábrica ha decidido almacenar ciertos insumos que son vitales para la producción, pero también son muy voluminosos, como la harina o la manteca. Con la compra de éstos también se suelen comprar otras materias primas que no son consumidas a tal escala, como azúcar o sal. La falta de planeamiento en este aspecto ha generado que se aproveche de forma deficiente el escaso espacio de almacenamiento con el que cuenta la fábrica.

A su vez, las compras innecesarias también implican un mal uso de recursos financieros. Al cierre del mes octubre de 2022, la empresa relevó 11 millones de pesos en inventario, de los cuales prevé consumir dentro de 45 días tan solo la mitad.

Por estos motivos se propuso aplicar herramientas informáticas para tomar decisiones en este aspecto. El primer paso fue obtener la mayor cantidad de datos históricos de ventas, los cuales corresponden a partir del 1 de junio de 2022. A partir de ello se planteó tomar los pedidos antes mencionados y cruzar esta información con la base de recetas, utilizando la herramienta desarrollada. El resultado, la cantidad total de cada materia prima utilizada cada mes desde junio de 2022 a enero de 2023. El objetivo deseado es poder estimar una demanda de insumos para un periodo futuro dado en base a los históricos disponibles.

Este punto es otra mejora sustancial que propone la utilización de la herramienta, ya que antes no se contaba con esta información. Para poder obtener los requerimientos de materia prima en la herramienta se utiliza el botón "Requerimientos MP" del menú principal.

3.9.1 Utilización de pronósticos para gestión de compra de materia prima

En primera instancia se determinó el objetivo del uso del pronóstico, que es predecir los niveles óptimos de compra de materia prima en función de la utilización de datos anteriores.

Si bien las recetas contienen una gran cantidad de diferentes materias primas, se considera importante priorizar la compra inteligente para aquellas que presentan una mayor cantidad demandada a lo largo de los meses analizados.

Para poder definir un orden de prioridad entre todas las materias primas, se colocó en orden descendente de cantidad todas las materias primas utilizadas mes a mes, luego de antes haber cruzado con la herramienta desarrollada el histórico de pedidos con las recetas previamente diseñadas. A partir de esto, surge el diagrama de Pareto realizado, que se muestra a continuación en la Figura 25.

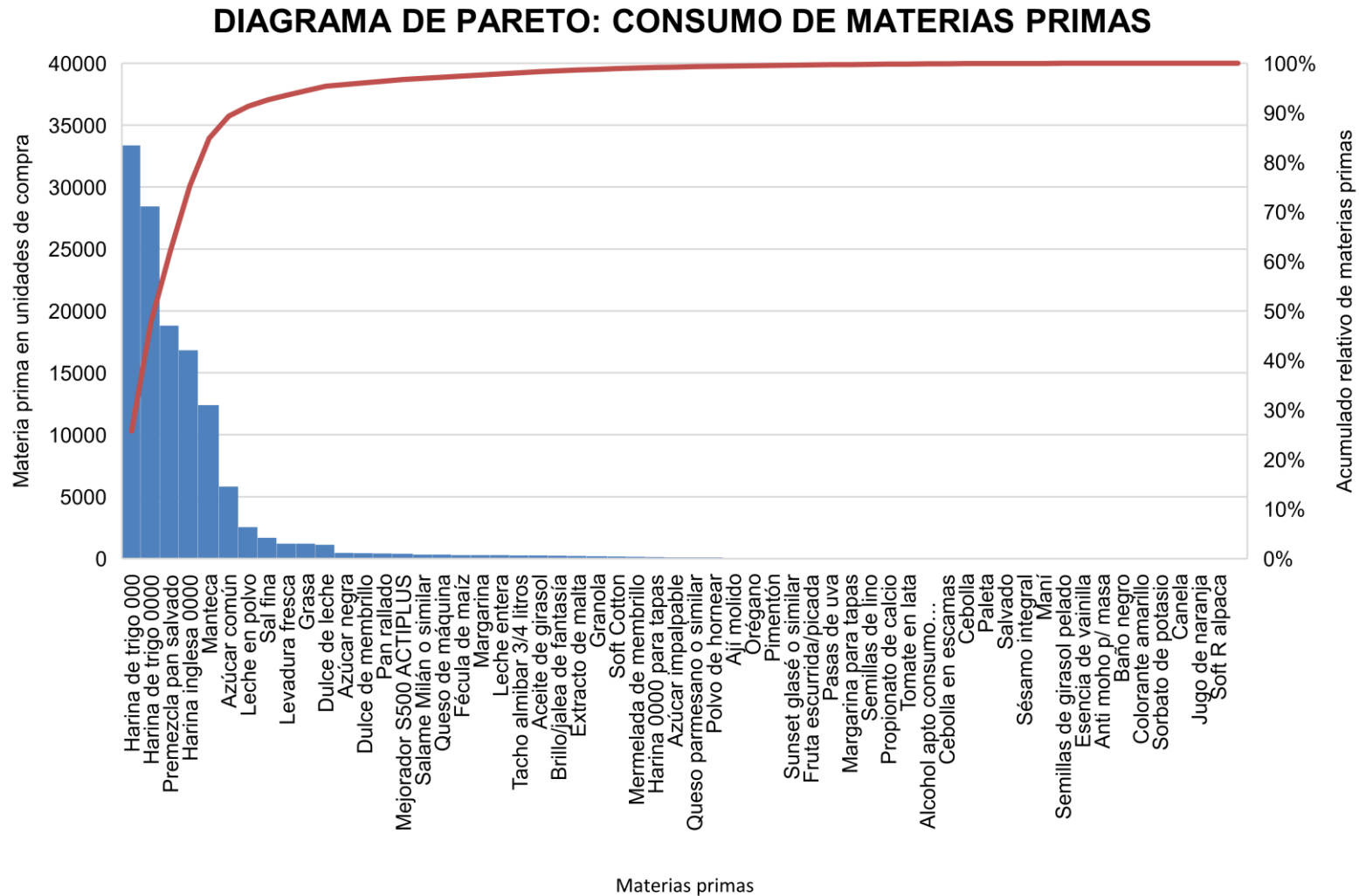


Figura 25: Diagrama de Pareto, uso de materias primas desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

Las 5 materias primas más utilizadas desde el mes de junio de 2022 hasta enero de 2023 se muestran a continuación en la Tabla 5.

PRODUCTO	CONSUMO RELATIVO
Manteca	9,57%
Harina inglesa 0000	13,00%
Premezcla pan de salvado	14,53%
Harina de trigo 0000	21,96%
Harina de trigo 000	25,78%

Tabla 5: Las 5 materias primas más utilizadas en un período de tiempo.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez definidas las variables, se analizó el consumo de cada una de las materias primas de forma individual para identificar patrones o tendencias. Se pudo observar que:

- La demanda de insumos presenta fluctuaciones de forma diaria.
- Exceptuando picos que pueden darse, según explicó la gerencia por pedidos extraordinarios, los niveles de demanda de materia prima se mantienen constantes entre los meses julio y diciembre.
- A partir de enero hay un aumento tanto en niveles promedio como en las fluctuaciones, producto de la temporada de verano en la ciudad, estación en que la ciudad duplica su cantidad de habitantes.
- Hay una baja sustancial el 1 de enero ya que es el único día del año en que la fábrica no trabaja, el 25 de diciembre la fábrica trabaja únicamente 8 horas, explicando también una notable baja en sus consumos.

Para predecir la compra de materia prima el método de pronósticos elegido fue el de proyección histórica. Este modelo se basa en la idea de que las observaciones del pasado son útiles para predecir el comportamiento de la variable. En este caso, se utilizaron los datos históricos de los requerimientos de materia prima para explicar su comportamiento a futuro y así tener información a la hora de realizar compras.

Actualmente, la empresa realiza todos sus análisis al fin de cada mes. Sin embargo, para realizar una gestión de compras inteligente que signifique un uso más eficiente de sus recursos financieros, se analizaron consumos semanales. De esta manera se compensaron mejor los efectos de borde. Por otro lado, para reducir la dispersión de los *outliers*³ y no afectar los valores estadísticos de la muestra, se reemplazaron dichas anomalías por la media.

³ Los outliers, también conocidos como valores atípicos, son puntos de datos que se encuentran muy lejos de los demás puntos en una gráfica.

A continuación, en la Tabla 6, se presentan los consumos agregados de forma semanal para cada uno de los insumos demandados en kilos.

Período	Semana	Harina 000 (kg)	Harina 0000 (kg)	Harina inglesa 0000 (kg)	Manteca (kg)	Premezcla salvado (kg)
1	1/6 a 7/6	808	720	340	312	446
2	8/6 a 14/6	867	787	296	338	451
3	15/6 a 21/6	905	800	369	345	426
4	22/6 a 28/6	833	736	257	307	428
5	29/6 a 5/7	828	777	293	334	450
6	6/7 a 12/7	846	762	334	320	429
7	13/7 a 19/7	891	816	352	355	433
8	20/7 a 26/7	925	822	358	377	452
9	27/7 a 2/8	920	806	351	371	430
10	3/8 a 9/8	823	751	366	321	425
11	10/8 a 16/8	863	792	321	341	418
12	17/8 a 23/8	815	749	357	322	406
13	24/8 a 30/8	778	749	384	322	404
14	31/8 a 6/9	808	756	349	327	421
15	7/9 a 13/9	840	775	248	329	417
16	14/9 a 20/9	801	804	325	342	467
17	21/9 a 27/9	798	794	317	338	450
18	28/9 a 4/10	914	827	250	371	433
19	5/10 a 11/10	933	855	335	371	413
20	12/10 a 18/10	823	806	258	346	441
21	19/10 a 25/10	852	805	258	341	399
22	26/10 a 1/11	914	838	279	380	395
23	2/11 a 8/11	947	835	268	359	446
24	9/11 a 15/11	942	816	267	351	462
25	16/11 a 22/11	927	843	284	358	467
26	23/11 a 29/11	825	751	274	353	472
27	30/11 a 6/12	822	744	372	317	462
28	7/12 a 13/12	902	779	376	310	443
29	14/12 a 20/12	832	741	301	306	447
30	21/12 a 27/12	873	761	369	322	438
31	28/12 a 3/1	1.011	879	642	378	527
32	4/1 a 10/1	1.092	941	891	457	526
33	11/1 a 17/1	1.044	1.002	943	497	531
34	18/1 a 24/1	1.059	1.031	893	492	520
35	25/1 a 31/1	1025	1021	964	461	556

Tabla 6: Cantidad utilizada de las 5 materias primas más utilizadas desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

Se graficaron los datos de la Tabla 6 para observar el comportamiento de las variables. Se muestra en la Figura 26, el consumo semanal de premezcla de pan de salvado.

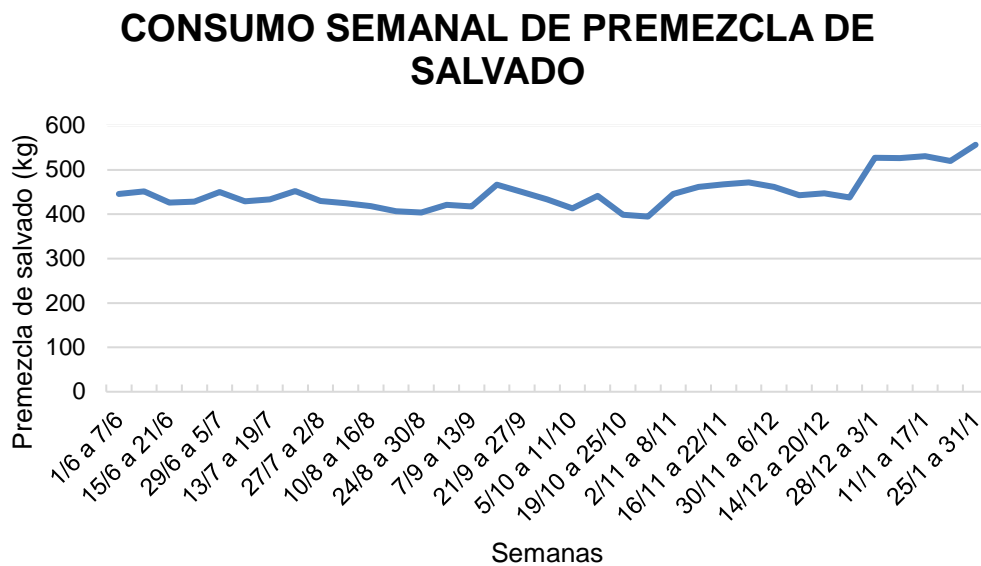


Figura 26: Consumo semanal de premezcla de pan de salvado, desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la Figura 97, se muestra el comportamiento del consumo de harina de trigo 0000.

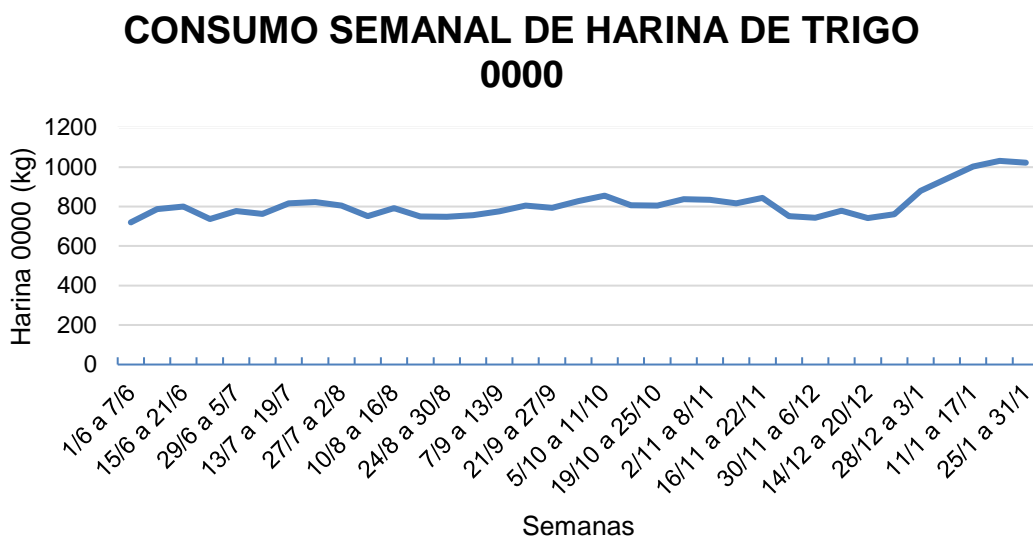


Figura 27: Consumo semanal de harina de trigo 0000, desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, la Figura 28, describiendo el consumo semanal de harina de trigo 000.

CONSUMO SEMANAL DE HARINA DE TRIGO 000

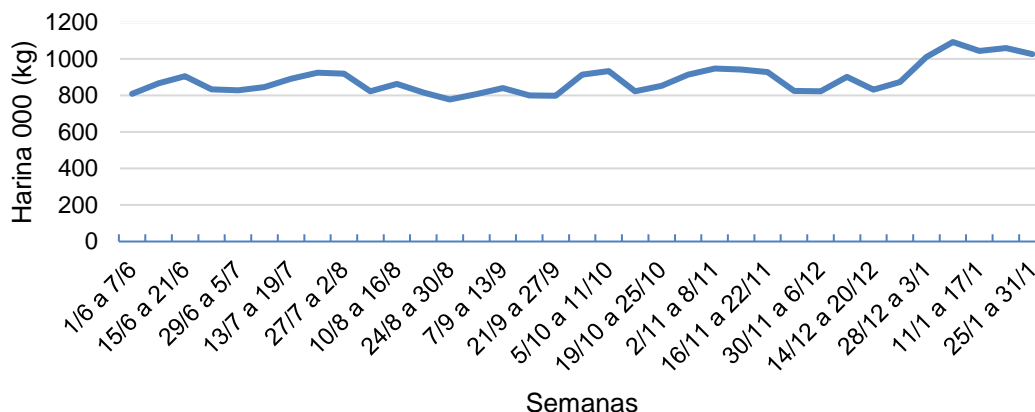


Figura 28: Consumo semanal de harina de trigo 000, desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 29, muestra el consumo de manteca para el periodo 1 de junio de 2022 a 31 de enero de 2023 a continuación.

CONSUMO SEMANAL DE MANTECA

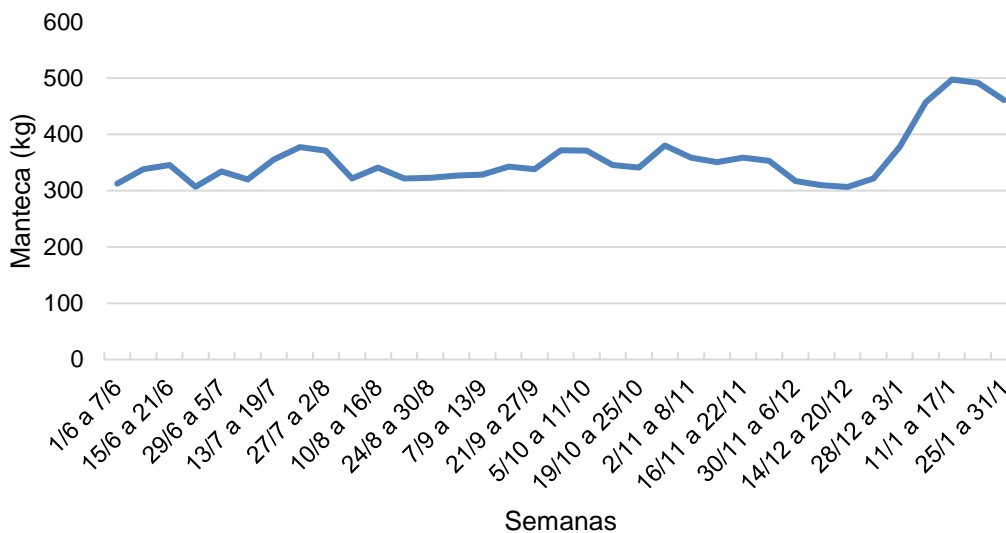


Figura 29: Consumo semanal de manteca, desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la Figura 30, se muestra el consumo en el mismo periodo para la materia prima harina inglesa 0000.

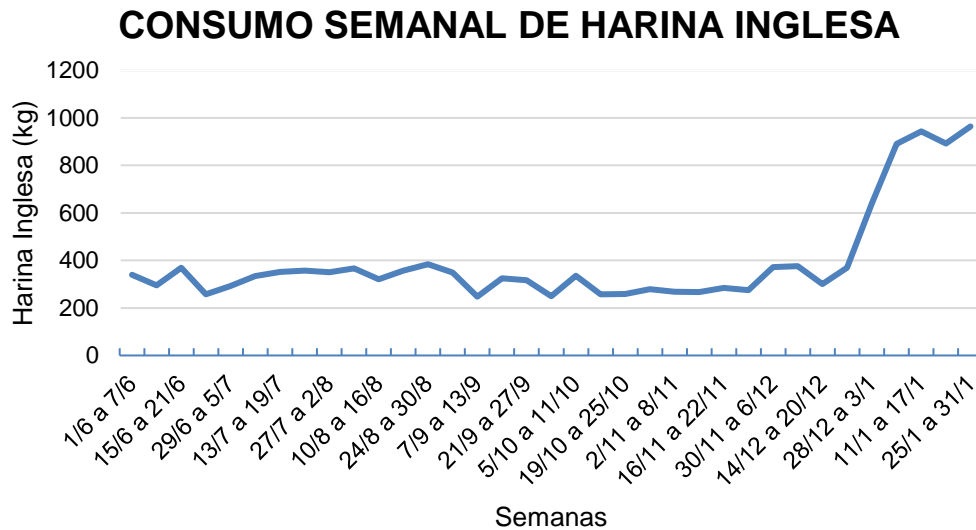


Figura 30: Consumo semanal de harina de trigo 0000, desde junio 2022 a enero 2023.
Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que el modelo ideal debería considerar la estacionalidad antes mencionada. Sin embargo, los datos disponibles no son suficientes para poder obtener índices que sirvan de ajuste ya que para lograr una des estacionalización precisa y confiable se necesitan al menos dos ciclos completos de dicha estacionalidad. Es decir, harían falta datos de, al menos, dos veranos para lograr un modelo representativo.

Como solución a esto, luego de observar comportamientos similares en las 5 variables analizadas, se propuso desestacionalizar por temporadas alta y baja calculando la media para cada uno de estos periodos y restándolos de los valores punto a punto. Con los datos tratados de esta manera fue posible analizar la serie de datos de forma homogénea. Finalmente, para obtener el valor esperado para el periodo $t+1$, se sumó la media de dicha estación calculada previamente.

Se planteó, para cada uno de los productos, realizar distintos modelos y calcular sus respectivas medidas de precisión para identificar cuál de ellos se ajustará mejor al funcionamiento de la demanda de los insumos. Los modelos probados fueron:

- Promedios móviles (2 y 4 periodos)
- Suavizado exponencial ($\alpha=0.1$, $\alpha=0.1$, $\alpha=0.3$, $\alpha=0.4$, $\alpha=0.5$, $\alpha=0.6$ y $\alpha=0.7$)

Del análisis de los errores se observó que los modelos no presentaron variaciones considerables, por lo que se seleccionó el método cuyo valor estimado para el periodo $t+1$ se acercara más al valor real obtenido para la semana del 1 al 7 de febrero. Se definió de esta manera realizar el pronóstico por medio de suavización exponencial con coeficiente $\alpha=0.3$

obteniendo un error que rondó el 10% entre el valor calculado por el método y el valor real extraído desde la herramienta para ese período. Se presenta en el anexo II el cálculo de los errores para cada uno de los modelos estudiados.

A continuación, en la Tabla 7 se presentan los cálculos de pronóstico realizados con el modelo antes indicado.

Materia prima	Harina de trigo 000	Harina de trigo 0000	Harina inglesa 0000	Manteca	Premezcla de salvado
Valor pronosticado	1045,43	1009,62	952,41	475,88	537,44
Valor real	960,89	940,68	1069,12	430.73	514
Error [%]	8,79	7,33	-10,92	10,48	4,56

Tabla 7: Calculo de error de pronóstico versus valor real para el periodo 1 de febrero a 7 de febrero.

Fuente: Elaboración propia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los objetivos planteados a priori se obtuvieron los siguientes resultados.

Se estudió como ingresaban los pedidos realizados por el cliente, como se trataba esa información y de qué forma se comunicaba a los sectores involucrados en la elaboración y entrega del producto. A partir de encuestar la satisfacción de los clientes, se obtuvo como reclamo más habitual el de faltantes en los pedidos entregados pudiéndose identificar como causa raíz la ineficiencia del actual proceso de planificación de la producción.

Se relevó y analizó el proceso de planificación vigente, y se ideó una versión automatizada por medio de herramientas informáticas. Previo a la implementación de las mejoras se definieron indicadores para medir la situación previa y lograr cuantificar las mejoras con los cambios propuestos. A continuación, en la Tabla 8, se exponen los resultados obtenidos antes y luego de la implementación

	jun-22	jul-22	ago-22	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	ene-23	feb-23	mar-23
Indicador panadería	1,29%	0,72%	0,63%	0,67%	0,53%	0,62%	0,93%	1,77%	0,36%	0,16%
Indicador facturería	0,83%	0,44%	0,37%	0,47%	0,24%	0,60%	0,41%	0,55%	0,53%	0,17%

Tabla 8: Comportamiento de los indicadores propuestos.
Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, la mejora se implementó a principios del mes de febrero de 2023 viéndose progreso en los indicadores en dicho mes. Aun así y tal como se puede observar en el mes de marzo, cuyos índices son mejoradores, es esperable que dichos cambios requieran de un tiempo propio del progreso en el aprendizaje tanto de los operarios para interpretar las nuevas planillas, como del planificador para utilizar correctamente.

Una vez implementado el sistema, se utilizó la información generada para mostrar a la gerencia la potencialidad de este. Con los datos históricos de consumo de materia prima se propuso la utilización de pronósticos para dar apoyo al gerente de compras en la toma de decisiones en cuanto a insumos clave obteniéndose en el primer periodo de prueba errores de entre el 4% y el 11% entre los requerimientos de materia prima reales y los obtenidos por medio del programa diseñado. A continuación, en la Tabla 9, se presentan los valores de los errores calculados.

Materia prima	Harina de trigo 000	Harina de trigo 0000	Harina inglesa 0000	Manteca	Premezcla de salvado
Valor pronosticado	1.046,81	1.007,74	952,29	475,96	537,17
Valor real	960,89	940,68	1069,12	430.73	514
Error [%]	8,94	7,13	-10,93	10,50	4,51

Tabla 9: Calculo de error de pronóstico versus valor real para el periodo 1 de febrero a 7 de febrero.
Fuente: Elaboración propia.

El pronóstico se realizó con datos de los últimos 8 meses, muestra que no completa los dos periodos estacionales necesarios para poder observar y explicar la presencia de tendencias y/o estacionalidades. La eficacia del sistema mejorará significativamente a medida que se le proporcione una mayor cantidad de datos, por lo que se puede prever una baja en estos errores cuando se cuente con una muestra más significativa que será generada de forma diaria con el uso del sistema de planificación. Sin embargo, los resultados arrojados son satisfactorios considerando que previo al inicio del trabajo la empresa contaba con stock de sus insumos principales para 45 días mínimamente sin tener datos fehacientes sobre consumos diarios. Con la información brindada al sector de compras, puede realizar sus pedidos semanales con un margen de error superior al 11%, que equivaldría a 1 día más de producción aproximadamente (considerando que el 100% del pronóstico equivale a 7 días), asegurando la disponibilidad de materia prima aun existiendo desvíos en la demanda usando de manera eficiente los recursos financieros de la firma.

5. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se puede concluir que la observación de las problemáticas en la fábrica fue efectiva. Se encuestó a los clientes para obtener una perspectiva real de cuáles eran las fallas identificables y a partir de ello se realizó un análisis integral de las posibles causas que pudieran estar generando dichas no conformidades.

Como en toda organización, los efectos no deseados en el producto/servicio entregado son multicausales, sin embargo, se logró, a través de la utilización de herramientas de la calidad, identificar cual era la causa raíz del problema en cuestión. Se resolvió que gran cantidad de los desvíos tenían que ver con errores humanos relacionados a la falta de comunicación entre el planificador y los operarios y el instrumento que los vinculaba, la planificación. A partir de esto, el enfoque consistió en reducir al mínimo la interacción humana automatizando por medio de herramientas de *software*⁴ cada una de estas etapas.

A su vez, para medir el impacto de las mejoras propuestas, se definieron indicadores que reflejaran la cantidad de ítems incompletos sobre los totales, observándose bajas en dichos errores evidentes en el segundo mes de implementación.

Se puede observar que, implementadas correctamente, en materia de tareas sencillas operativas y repetitivas, las herramientas tecnológicas brindan robustez e introducen menor error que la intervención humana. Por otro lado, el recurso humano reduciendo su labor en cuestiones operativas cuenta con mayor holgura para aportar valor a los procesos en materia de resolución de problemas coyunturales. Esta combinación, si es gestionada de manera eficaz, es evidentemente provechosa para toda organización.

Es importante destacar que, a pesar de observarse mejoras en los dos meses que se ha implementado el sistema, se requiere de mayor cantidad de datos para poder cuantificar el real potencial de la herramienta.

A modo de cierre se puede afirmar que el trabajo cumplió con las expectativas iniciales: a partir del estudio de las problemáticas de la organización se generó una herramienta informática que logro mejorar los índices de rendimiento planteados a priori. Se aplicaron conceptos y lógicas aprendidas en el transcurso de la carrera, y se subió la exigencia aportando al trabajo competencias relacionadas a la programación y uso de herramientas

⁴ Software, también conocido como "programa informático", es un conjunto de instrucciones o programas diseñados para realizar tareas específicas en un sistema informático.

informáticas, aspectos que un profesional del siglo 21 debe, indefectiblemente, dominar para triunfar en el mercado laboral actual.

6. BIBLIOGRAFÍA

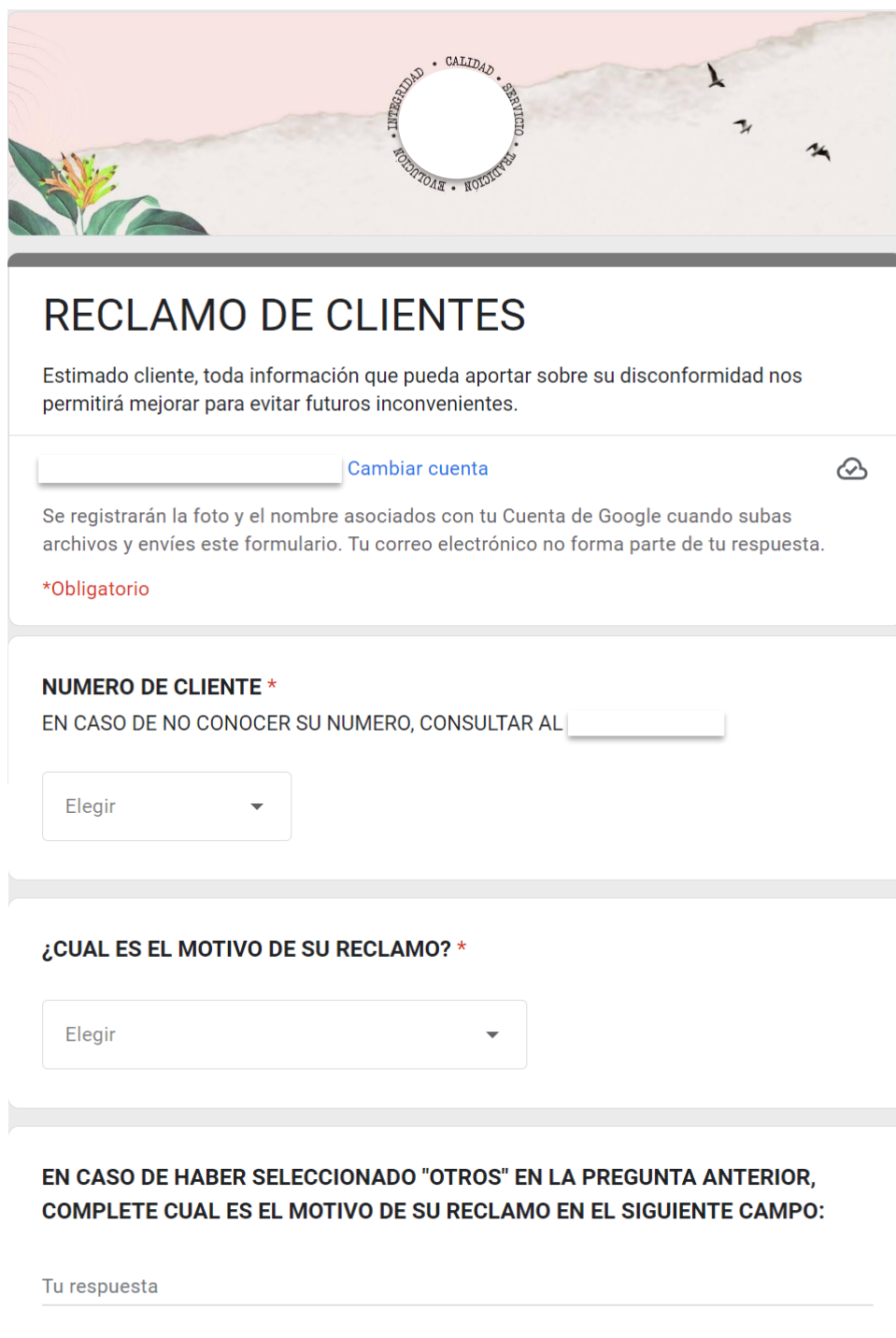
- ALLES, M. (2006). Dirección estratégica de Recursos Humanos: gestión por competencias. CASOS. 1º edición. Buenos Aires. Granica.
- CASAS ANGUITA, J; REPULLO LABRADOR, J; DONADO CAMPOS, J. La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). Volume 31, Issue 8, May 2003, Pages 527-538.
- CHAPMAN, STEPHEN N. (2006). Planificación y control de la producción. Ed. Pearson Educación. México.
- DAVID, FRED R. (2013). Conceptos de administración estratégica. Editorial Pearson Educación. México.
- GOOGLE. (2023) Extraído el 20 de febrero de 2023, de https://www.google.com/intl/es-419_ar/forms/about/
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MAHOLTRA, (2008). Administración de operaciones. Editorial Prentice Hall.
- MICROSOFT. (2022). Extraído el 26 de junio de 2022, de <https://support.microsoft.com/es-es/office/acerca-de-power-query-en-excel-7104fbee-9e62-4cb9-a02e-5bfb1a6c536a>
- RENDER, B; STAIR, R; HANNA, M. (2012). Métodos cuantitativos para los negocios. Ed. Pearson Educación. México.
- SUMMERS, DONNA C. S. (2006). Administración de la calidad. Editorial Pearson Educación. México.
- YNZUNZA CORTÉS, C; IZAR LANDETA, J; BOCARANDO CHACÓN, J; AGUILAR PEREYRA, F; LARIOS OSORIO, M. (2017). "El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras".

7. ANEXOS

ANEXO I

Encuesta a clientes diseñada para identificar sus reclamos

Tal cómo se detalló en el desarrollo del presente trabajo, se diseñó una encuesta para identificar los reclamos de los clientes. A continuación, en la Figura 31, se muestra la encuesta dirigida a los clientes.



The image shows a digital survey form for customer complaints. At the top, there is a decorative banner with a circular logo containing the words 'LIBERTAD', 'CALIDAD', 'SERVICIO', 'RELACION', 'EVOLUCION', and 'RESPUESTA'. Below the banner, the title 'RECLAMO DE CLIENTES' is displayed in large, bold letters. The main text reads: 'Estimado cliente, toda información que pueda aportar sobre su disconformidad nos permitirá mejorar para evitar futuros inconvenientes.' Below this text is a text input field with a 'Cambiar cuenta' link and a cloud icon. A note states: 'Se registrarán la foto y el nombre asociados con tu Cuenta de Google cuando subas archivos y envíes este formulario. Tu correo electrónico no forma parte de tu respuesta.' A red asterisk indicates that the following field is mandatory. The field is labeled 'NUMERO DE CLIENTE *' and contains the text 'EN CASO DE NO CONOCER SU NUMERO, CONSULTAR AL' followed by a small input field. Below this is a dropdown menu with 'Elegir' and a downward arrow. The next section is labeled '¿CUAL ES EL MOTIVO DE SU RECLAMO? *' and features another dropdown menu with 'Elegir' and a downward arrow. The final section is titled 'EN CASO DE HABER SELECCIONADO "OTROS" EN LA PREGUNTA ANTERIOR, COMPLETE CUAL ES EL MOTIVO DE SU RECLAMO EN EL SIGUIENTE CAMPO:' and includes a text input field labeled 'Tu respuesta'.

¿QUE PRODUCTO MOTIVA ESTE RECLAMO? *

Elegir

EN CASO DE HABER SELECCIONADO "OTROS", INDIQUE QUE PRODUCTO MOTIVA SU RECLAMO:

Tu respuesta

DETALLE DEL RECLAMO *

POR FAVOR, DESCRIBA LO QUE OBSERVA DEL PRODUCTO

Tu respuesta

¿DESEA ADJUNTAR FOTO?

[⬆️ Agregar archivo](#)

¿QUE CANTIDAD RECIBIO? (TOTAL, INCLUYENDO PRODUCTOS CON Y SIN DEFECTO) *

Tu respuesta

UNIDAD *

Elegir

The image shows a digital survey form with three main sections. The first section is titled 'CANTIDAD RECLAMADA (CANTIDAD DE PRODUCTO OBSERVADO CON DEFECTO)' and includes a red asterisk indicating it is a required field. Below the title is a text input field with the placeholder 'Tu respuesta'. The second section is titled 'UNIDAD' and features a dropdown menu with the text 'Elegir' and a downward arrow. The third section is titled 'OBSERVACIONES GENERALES' and includes another text input field with the placeholder 'Tu respuesta'. The form is styled with rounded corners and horizontal dividers between sections.

Figura 31: Encuesta de reclamos a clientes.
Fuente: Elaboración propia.

ANEXO II

Cálculos relacionados a la sección de pronósticos

A continuación, en la Tabla 10, se detallan los errores calculados con cada uno de los métodos de pronósticos utilizados para analizar el comportamiento de las materias primas.

Harina de trigo 000									
	Promedio Movil(2)	Promedio Movil(4)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.1$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.2$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.3$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.4$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.5$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.6$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.7$)
RSFE	-6.98	-13.72	-561.09	-277.67	-175.49	1301.825961	- 106.4117483	- 89.88918812	-76.8102734
MAD	45.24	21.72	42.44	41.38	42.66	52.58011077	41.3539074	41.21225266	41.03666041
TS	-0.15	-0.63	-13.22	-6.71	-4.11	24.75890488	- 2.573196947	- 2.181127755	- 1.871747667
MAPE	0.05	0.02	0.05	0.05	0.05	0.06176101	0.046996162	0.046848158	0.0466565
MPE	0.01	0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.046239407	- 0.000778779	- 0.000217047	0.000225762
Pronostico periodo 36	1042.09	1055.26	1048.89	1048.32	1045.43	1069.220125	1046.376489	1046.383243	1046.388581

Harina de trigo 0000									
	Promedio Movil(2)	Promedio Movil(4)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.1$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.2$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.3$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.4$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.5$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.6$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.7$)
RSFE	-285.77	197.72	-522.27	-176.57	-59.64	1072.761367	70.36669406	92.33781815	109.3783459
MAD	34.24	19.14	38.26	33.67	32.53	44.75459702	32.93281048	32.77192069	32.54111858
TS	-8.35	10.33	-13.65	-5.24	-1.83	23.96985872	2.13667443	2.817589454	3.361234975
MAPE	0.04	0.02	0.05	0.04	0.04	0.055272246	0.040477839	0.040289581	0.04000807
MPE	-0.01	0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.039231277	0.003857862	0.004688789	0.005330343
Pronostico periodo 36	1026.15	998.72	1002.12	1006.12	1009.62	1035.445794	998.7425251	998.7006479	998.6981464

Harina inglesa 0000									
	Promedio Movil(2)	Promedio Movil(4)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.1$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.2$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.3$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.4$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.5$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.6$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.7$)
RSFE	-51.72	2.85	571.13	520.63	538.04	2195.128557	621.4556865	617.7936865	614.4422975
MAD	53.56	22.76	43.10	43.19	45.98	72.60735377	46.13771509	46.13976793	46.11070259
TS	-0.97	0.13	13.25	12.05	11.70	30.23286821	13.46958091	13.38961408	13.3253727
MAPE	0.13	0.05	0.13	0.12	0.12	0.195260552	0.132834825	0.132799887	0.13266645
MPE	0.01	0.01	0.05	0.04	0.04	0.173693838	0.062727312	0.06238981	0.062059982
Pronostico periodo 36	928.45	922.88	937.61	950.14	952.41	1002.304443	922.9631599	922.883476	922.8908215

Manteca									
	Promedio Movil(2)	Promedio Movil(4)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.1$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.2$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.3$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.4$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.5$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.6$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.7$)
RSFE	-8.48	-16.50	-143.38	-2.87	44.13	629.2244722	80.07206241	88.3957137	95.5345079
MAD	19.03	8.94	20.86	19.77	19.94	25.50710676	20.27695106	20.22508067	20.13195939
TS	-0.45	-1.85	-6.87	-0.15	2.21	24.66859444	3.948920237	4.37059882	4.74541529
MAPE	0.05	0.02	0.06	0.06	0.06	0.073290183	0.057007282	0.056874116	0.056615348
MPE	0.01	0.01	-0.01	0.00	0.01	0.05410772	0.009467897	0.010203209	0.010832442
Pronostico periodo 36	476.09	476.63	476.28	476.10	475.88	502.2167014	476.6413672	476.642911	476.6481293

Premezcla de salvado									

	Promedio Movil(2)	Promedio Movil(4)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.1$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.2$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.3$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.4$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.5$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.6$)	Suavizacion exponencial ($\alpha=0.7$)
RSFE	2.51	13.11	61.60715335	25.06	15.24	555.2194795	20.51059201	16.87386459	14.41152497
MAD	17.34	7.79	17.0682294	16.63	17.01	20.55073528	16.25876876	16.25680571	16.2568578
TS	0.14	1.68	3.609463636	1.51	0.90	27.01701287	1.261509546	1.037956957	0.88648896
MAPE	0.04	0.02	0.039725068	0.04	0.04	0.047692626	0.036968591	0.036957931	0.036952714
MPE	0.01	0.01	0.005982256	0.00	0.00	0.038912671	0.003422742	0.003179764	0.003014298
Pronostico periodo 36	538.15	533.30	535.85	536.99	537.44	548.8428749	532.0240656	532.0043859	531.9970991

Tabla 10: Calculo de medición de errores para los modelos de pronósticos planteados.
Fuente: Elaboración propia